人人都能懂的人工智能

悟空　著

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

電子工業出版社

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

内容简介

人工智能被称为21世纪最具活力、最引人关注的技术，当之无愧。近年来，围绕着人工智能的讨论和争吵从未停止过，以后可能也不会停止。在这场大讨论中，无论你身处支持方阵营还是反对方阵营，对人工智能的充分了解都是必需的。

人工智能应用了许多数学和信息科学的知识，对大多数人来讲，这门技术是有一些陌生感的，本书为你了解人工智能世界提供了可能。本书作者从事人工智能与儿童教育研究多年，力求用基本的逻辑关系把人工智能的复杂结构讲清楚。如果你对人工智能感兴趣，如果你对人工智能的了解还不甚清晰，本书将会成为你走进这个未来科技世界的入门书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

人人都能懂的人工智能 / 悟空著. —北京：电子工业出版社，2019.10

ISBN 978-7-121-37534-7

Ⅰ.①人… Ⅱ.①悟… Ⅲ.①人工智能－普及读物 Ⅳ.①TP18-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2019）第213688号

责任编辑：张　迪（zhangdi@phei.com.cn）　　特约编辑：田学清
印　　刷：
装　　订：
出版发行：电子工业出版社
　　　　　北京市海淀区万寿路173信箱　　邮编：100036
开　　本：720×1000　1/16　印张：8.75　字数：105千字
版　　次：2019年10月第1版
印　　次：2019年10月第1次印刷
定　　价：59.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：（010）88254469，zhangdi@phei.com.cn。

電子工業出版社

人工智能是打开未来世界的钥匙，人们把它和蒸汽机、电力、计算机的科技发明及其影响相提并论。什么是人工智能？它包括哪些知识和原理？它会怎样影响我们的学习和生活，以及未来的工作呢？看完这本书，也许你会找到问题的答案。

電子工業出版社

電子工業出版社

推荐语

司马南（独立学者、社会评论家，微博 @ 司马南）：

我们已经进入了人工智能时代，了解、学习、掌握人工智能已为生活之必需，本书为我们提供了学习上的便利。科普图书领进门，修行在个人，在本书面前，我愿意做个恭恭敬敬的小学生。

白云峰（CCTV 中国经济年度人物、中国青年企业家协会副会长、盘古智库执行理事长，微博 @ 白云峰）：

科技正在改变着我们的世界，人们对人工智能有好奇、有期许，可能也会有困惑甚至会有一点点恐惧。消除恐惧的方法不是远离它、反对它，而是了解它、研究它、运用它、把控它。未来可能是人与机器协作的时代，青少年要从小学习科普知识，而本书为未来青少年能直面人工智能并与之健康对话提供了更多可能性。

翟永杰（华北电力大学自动化系副主任，模式识别研究领域专家）：

人工智能的研究领域十分宽泛，涉及多学科知识交叉融合，并且随着科学技术的发展，其内涵也在不断地发生变化。本书用通俗易懂的语言介绍了人工智能的主要研究内容，化繁为简，为青少年读者勾勒出了人工智能的轮廓，让孩子们快速地认识和理解人工智能，找到自己感兴趣的领域，迈入人工智能的大门。

電子工業出版社

王晋康（著名科幻作家，中国科普作协副理事长）：

人工智能蕴藏着人类在数学和信息科学上比较尖端的研究成果，以前我们需要花费大量的时间才能对其有一些了解，本书会让你眼前一亮，你只需要花费几个小时就能读懂它。

陈少峰（北京大学文化产业研究院副院长）：

未来人工智能将与文化产业融合发展，文化产业是靠创造力推动的，人工智能的普及也需要创造力推动，本书不单单是关于科学知识的普及，更是关于人工智能及其创造力的普及。

李寅（青橙创客教育创始人）：

本书在进行科普知识的同时注重方法和思维方式的培养，是人工智能普及教育的有益尝试。

万小刀（青年作家、《一个民工的江湖》作者，微博 @ 万小刀）：

好的书籍必然是通俗易懂的。科技虽然复杂、炫目，但也有基本的相互关联和迭代变化，把复杂的科技讲清楚就能担得起“科普”二字了，希望本书能成为大家喜欢读的科普书。

李昌旺（山东省章丘市第四中学创新教育教师，全国十佳创新名师）：

我了解到人工智能是通过两件事情。一件是 1997 年，电脑“深蓝”战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫，让人们初步了解到什么是

電子工業出版社

人工智能。另一件则是2016年3月，谷歌带人工智能算法的阿尔法狗（AlphaGo）计算机系统与围棋世界冠军、职业九段棋手李世石进行围棋人机大战，以4∶1的总比分获胜。2017年5月，在中国乌镇围棋峰会上，更新后的人工智能系统阿尔法狗（AlphaGo）与围棋世界冠军柯洁对战，以3∶0的总比分获胜，震惊了世人！这让人们意识到了人工智能的强大。作为学校的老师，我们也在不断地探讨：究竟什么是人工智能？它是如何出现的？它将如何影响我们的生活、工作和学习？它下一步的发展将会如何？它将对未来的教育产生怎样的影响？

多年来，悟空老师一直致力于人工智能的思考与研究，他敏锐地发现了这个领域将给我们的生活和学习带来深远的影响，并且乐于将这个领域的知识介绍给大家，这对于我们来讲是大有裨益的。因此，我非常乐意把本书推荐给大家，尤其是推荐给中小学一线的科技老师和青少年学生。

陈宇（聚秀资本合伙人）:

科普教育是非常好的介绍科学知识和推广科学方法的手段，本书用通俗易懂的语言把人工智能的原理和实现方法介绍给大家，让大家了解人工智能、喜欢人工智能、应用人工智能。

韩松（著名科幻作家）:

人工智能已不再是科幻小说，而是时代的大趋势，需要我们从小就了解它。

電子工業出版社

金满楼（作家）：

十年一个轮回，人工智能或卷土重来或绝尘而去。通过本书，人工智能普及从娃娃抓起，是否就能打破轮回呢？

张永琪（鲨鱼公园董事长，环球雅思创始人，STEM 教育中国倡导人）

人类总在为实现美好生活而努力，其中生产力的提升是关键。对于人工智能，我们不仅要从熟悉基本的应用开始，更需要为未来全民掌握人工智能这个目标而努力，本书给了精彩呈现。对于当代青少年来讲，重要的是培养创新思维和探究精神、对科技及其未来充满好奇，以应对未来世界的新挑战。

郑明月（北京智教未来科技有限公司总经理）：

我相信人工智能时代即将到来，也相信人工智能的发展给人类社会带来的变革可以认为是“第四次工业革命”。既然人工智能将会对我们的生活产生如此大的影响，尽早让孩子们了解一些人工智能知识的必要性就不言而喻了。让所有孩子都能在课堂上学习人工智能知识还需要一些时间，这本面向青少年的人工智能科普图书出现得正是时候，它的出现是当代青少年读者的福音。

高永梅（南开大学智能信息处理实验室博士，北京市十一学校智能机器人课程首席教师）：

科普是科技繁荣的重要基础，科技的未来依赖于全社会对科技的

電子工業出版社

发现和分享，本书用生动有趣的语言、简单易懂的逻辑把学习人工智能的门槛降到很低，我相信它会很好地推动人工智能在全社会的普及。

刘欣（科技学堂创始人，中国青少年科技辅导员协会人工智能普及教育专业委员会副秘书长）：

人工智能是一门理论深邃、技术复杂、综合性极强的新兴学科。本书用充满趣味的语言、通俗易懂的方式，把人工智能的发展历程和主要内容娓娓道来。为了让更多人关注、参与、支持国家人工智能的发展，我们需要更多这样的科普书籍。

蔡雷（著名天使投资人）：

这是一本面向大众的科普书，它把复杂的知识转化为易被人理解的基本相互关系和迭代变化，为我们提供了一把打开人工智能知识大门的钥匙。我们希望优秀的科普图书和作品能越来越多，为我们的科技进步、社会发展提供更强动力。

宋博阳（创新力教育名师）：

一本科普书，重在科普，巧在引人入胜，本书就做到了这一点。让大家感觉“高大上”的人工智能，悄悄地走近了青少年，引发了青少年对原始创新的思考，为青少年的智能创意实践铺平了道路，使他们能够用无限的智慧开始驾驭人工智能“列车”，快速行进在中华民族复兴的强国之路上。

電子工業出版社

電子工業出版社

推荐序 I

人工智能与创造力

作为 2018 年排名首位的科技关键词，“人工智能”被人们放在与蒸汽机、电力、计算机并列的地位，以示其对生产力革命的重要性。

蒸汽机带来了人类体力劳动的解放、电力促进了能源利用的革新、计算机和互联网带来了大脑算力的解放，那人工智能会给社会带来什么呢？这是科技工作者乃至整个社会都在思考的问题。

我认为值得期待的是，人工智能将会带来人类创造力的解放。

创造力让人类发明了劳动工具，让人类拥有了复杂的语言系统。人类社会的发展历来都依靠创造力的推动，创造力是人类不同于其他生物的关键能力。

如同语言的发明来源于交流的需要、文字的发明来源于结绳记事，创新往往来源于生产和生活中的灵光一现。那时候，并没有人从事专门的发明和创新工作，人们在劳动中产生的需求得不到满足让发明创造成为可能。

直到工业革命前，人们主要是通过这种朴素的方式来激发创造力的。

電子工業出版社

蒸汽机的发明带来了工业化大生产，使劳动有了进一步分工，机械化生产使人们的创新效率变得更高，科学家和发明家开始成为一种职业，人类开始总结、归纳发明创新的普遍方法，提出了 TRIZ 理论①。从此，发明创造成为工业产品，有了被复制、被批量生产的可能。创新的方法也成为一种可以学习的能力进入课堂，成为素质教育的一部分。

然而，尽管蒸汽机、电力和计算机所带来的机械化生产，让人类能够以更高的效率获取知识、实践想法，但是机器实际上还只是人类手脚的延伸。机器只能按照人类的要求完成任务，我们不懂的，机器也不懂，我们做不了的，机器也做不了，发明创造者依然是人，直到人工智能的出现。

人工智能让机器有了思考和推理能力，让机器懂得了自主学习。尤其是“深度学习”的出现，让机器拥有人类不具备的知识和技能成为可能，而这引发的就是机器的创造力。

当人工神经网络足够强大且比人类大脑还要复杂时，当不知疲倦的机器学会发明和创新时，人类将迎来怎样一个高速发展的未来呢？

我们可以对未来的科技方向进行前瞻性预测，但真正实现这些目标却任重道远，也许需要几代人的努力才能看到成果。

科技的飞速发展来源于对各个细分领域的深度研究，更来源于对科

① 由苏联发明家、教育家根里奇·阿奇舒勒（G. S. Altshuller）创立的发明创造方面的理论，直译是“发明问题解决理论”。运用 TRIZ 理论，可大大加快人们创造发明的进程，同时能得到高质量的创新产品。

電子工業出版社

普知识的全民普及，科学能力和素质的培养要从小抓起。本书是一本面向大众的科普书，它把复杂的知识转化为易被人理解的基本相互关系和迭代变化，它是一把打开人工智能知识大门的钥匙。我们希望优秀的科普图书和作品能越来越多，为我们的科技进步、社会发展提供更强动力。

天使投资人　蔡雷

電子工業出版社

電子工業出版社

推荐序II
为人工智能之儿童科普点赞

悟空老师的《人人都能懂的人工智能》持卷于手，入静细究、大理浅读，掩卷闭目，脑中自现“三起两落”之情境。这引发我们大家思考，“三起三落”才为大成，那人工智能的另一“落”会出现在哪一个时间节点上呢？我们如何让人类的人工智能起伏落于有限、降在无形呢？这就需要我们在潜移默化中，将人工智能的知识传输给青少年，进而开启青少年的智慧之根。悟空老师通过自己的深入思考与实践，在本书中将人工智能信息深入浅出地进行了口语化、简约化、接地气的系统化科普传递，明确解答了青少年的一些疑问：人类智能与人工智能有什么关系？机器是如何学习的？人类是怎样驾驭机器的？未来人类的学习是否会与机器的学习相融合？怎样融合？这对人类有利吗？

一本科普书，重在科普，巧在引人入胜，本书就做到了这一点。让大家感觉“高大上”的人工智能，悄悄地走近了青少年，引发青少年对原始创新的思考，为青少年的智能创意实践铺平了道路，使他们能够用无限的智慧开始驾驭人工智能“列车”，快速行进在中华民族复兴的强国之路上。人工智能的大门已经敞开，它就在我们身边，我

電子工業出版社

们生活中的一举一动已经悄悄打上了人工智能的印记。

我们要记住，人工智能不会超越人类智能，它只是一群智慧的人创意物化的智能机器而已，是用来为人类服务的。人工智能的发展与创新掌握在我们青少年手中，人工智能将会被青年一代发扬光大，更会助力我们中国梦的实现。

为悟空老师的人工智能入门科普书点赞！

宋博阳

電子工業出版社

亲爱的读者，带着问题阅读是非常好的读书方法，它能让你收获更多知识。你认为未来人工智能可以应用于哪些领域？它和人类会是怎样的关系？带着这些问题读这本书吧，读完后把你的心得写下来，关注作者@悟空叔叔－科普的微博并且@他，就有机会得到作者制作的《儿童 Python 语言自学手册》噢。

電子工業出版社

電子工業出版社

目　　录

第一节　你好，我是人工智能 \ 2

第二节　给机器测“智商”\ 9

第三节　三大学派的“华山论剑”\ 16

第四节　不仅是机器人：人工智能的研究领域 \ 24

第五节　专业的机器做专业的事：说说“专家系统”\ 31

第六节　达尔文启示录：“遗传算法”\ 38

第七节　“机器学习”，天天向上 \ 43

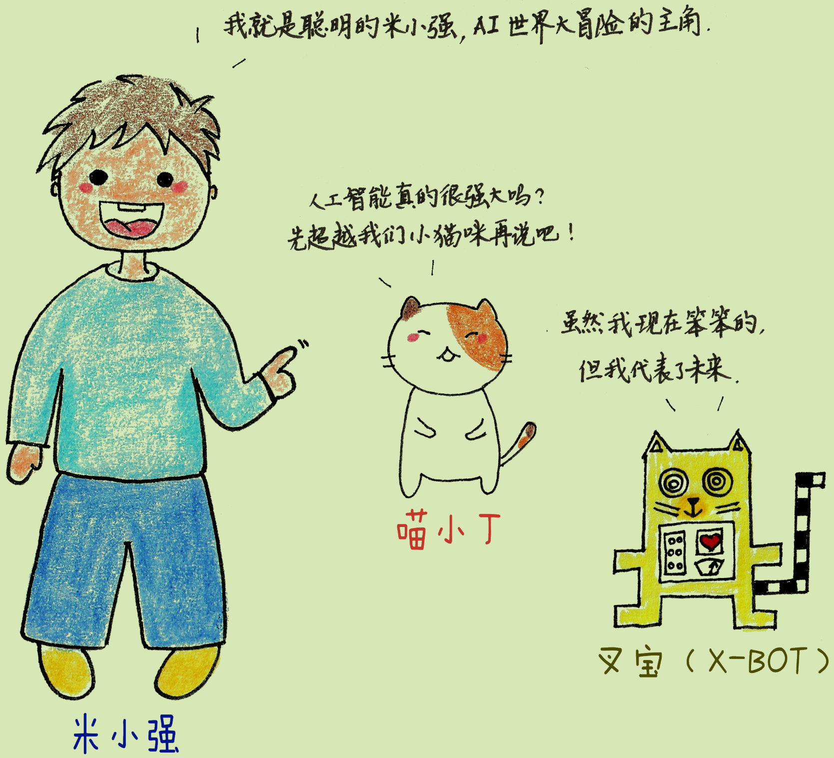
第八节　训练使人进步：机器怎样学习 \ 48

第九节　大脑模拟器：神经网络与“深度学习”\ 53

電子工業出版社

第十节　认识世界从模式识别开始 \ 62
第十一节　睁开眼睛看世界：图像识别 \ 68
第十二节　识文断字的机器人 \ 73
第十三节　听声辨字：语音识别 \ 78
第十四节　让机器“理解世界”：语义识别 \ 83
第十五节　人机对话三：语音合成 \ 90
第十六节　给知识画张地图：知识图谱 \ 95
第十七节　霹雳游侠：无人驾驶 \ 105
第十八节　人工智能的未来 \ 112

電子工業出版社


我就是聪明的米小强，AI世界大冒险的主角。
人工智能真的很强大吗？
先超越我们小猫咪再说吧！
虽然我现在笨笨的，
但我代表了未来。
米小强
喵小丁
叉宝（X-BOT）

電子工業出版社

第一节

你好，我是人工智能

人类你好，欢迎进入人工智能世界！

你一定看过电影《变形金刚》吧，主角擎天柱和大黄蜂都是来自赛伯坦星球的钢铁战士，他们是保护人类的超级英雄，维护着宇宙和平。

你有没有像我一样，希望在生活中也能见到这种神通广大的机器人呢？其实机器人离我们并不遥远，形状各异、功能多样的机器人早已走进我们的生活，如扫地机器人、擦玻璃机器人、语音对话机器人。各种各样的机器人给人类带来了很多便利，它们都用到了一种大名鼎鼎的技术——人工智能（Artificial Intelligence，简称 AI）。

那什么是人工智能呢？顾名思义，它是由人类创造出来的智能，而非自然界产生的。再具体一点，人工智能就是一门让机器像人一样感知和思考的技术。

電子工業出版社

人们从 60 多年前就开始研究人工智能了。1956 年，马文·明斯基、约翰·麦卡锡、克劳德·艾尔伍德·香农等七位著名的计算科学家、数学家、经济学家在美国汉诺斯小镇的达特茅斯学院开了一次为期 2 个月的学术会议，他们探讨了用机器模仿人类智能的课题，首次提出了“人工智能”这一概念。这次会议成为人工智能的发展元年，人们把它称为达特茅斯会议。会后，人工智能作为一门学科正式诞生啦，而这些科学家也都成为人工智能学科的开拓者，被人们称为“人工智能创始人”。

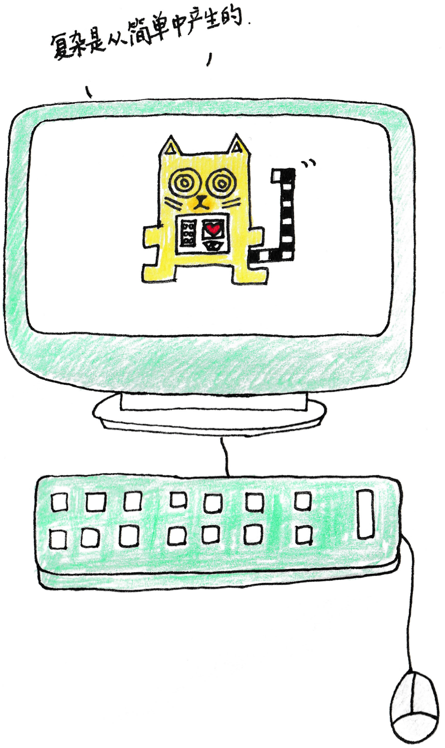
電子工業出版社

然而人工智能后来的发展却一波三折。

达特茅斯会议后的十多年是人工智能研究的第一个黄金时期，当时人们尝试用计算机证明数学定理，并取得了一些可喜的成果。于是许多科学家开始憧憬未来，幻想着机器的智商很快就能超越人类了。

然而人工智能的基础——计算机技术却遭遇了瓶颈，计算机的运算速度和内存容量有限，导致人工智能无法证明更复杂的数学定理，因此人工智能研究陷入了低谷。

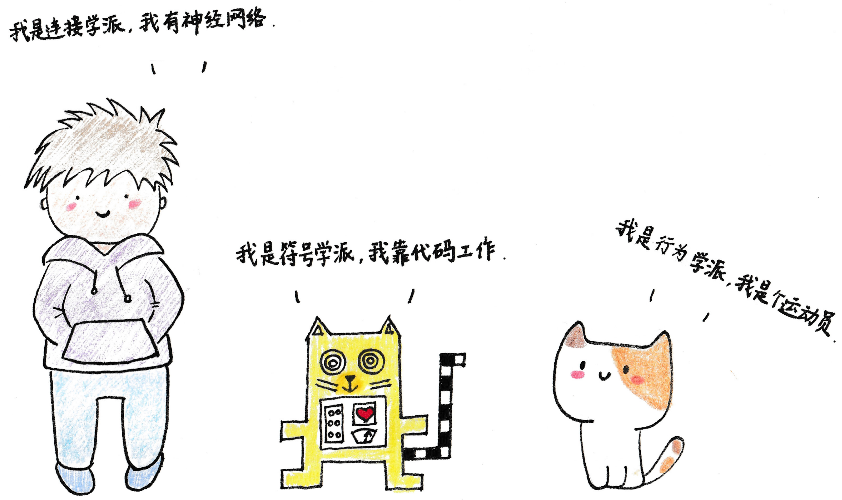
電子工業出版社



1980 年，以日本、美国、英国为首的发达国家开始把大量资金投入计算机和人工智能研究领域，让计算机像人类一样学习新的知识成为科学家们研究的重点。

1980 年至 1987 年，人工智能研究进入了第二个繁荣期，在这一时期形成了各种研究方向学派，其中具有代表性的有三个，他们被称为“三大学派”，包括“符号学派”、“连接学派”和“行为学派”。这些学派的研究方法对后来的人工智能研究产生了巨大影响，我们现在看到的人工智能研究成果基本都与三大学派有关。

電子工業出版社



从1987年开始，人工智能的研究再次陷入低谷。由于基础物理学、材料学和计算机科学不够成熟，人工智能研究进展缓慢，取得的成果远远低于投资者的预期，于是投资者不再提供研究经费了，研究工作自然也就进行不下去了。

由此可知，做好研究工作必须首先满足两个条件：成熟的技术和充足的经费。

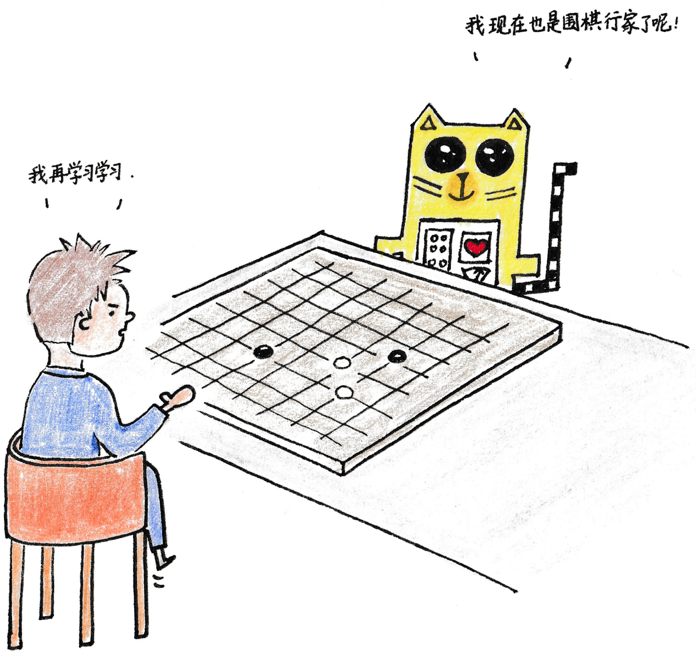
直到1993年，人工智能才迎来了它的第三个快速发展时期。1997年，电脑“深蓝”战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫，这一标志性事件意味着机器的计算能力终于开始超过人类了。

電子工業出版社

2011 年，研究者设计出了能用人类语言回答问题的人工智能程序，虽然它很简陋，对人类语言的理解能力很差，但它是人们生活中常见的语音对话机器人的雏形。

2016 年和 2017 年，机器人“阿尔法狗”（AlphaGo）先后战胜了围棋世界冠军李世石和柯洁，人工智能成为最热门的话题。中国也认识到人工智能的重要性，2017 年，国务院发布了《新一代人工智能发展规划》，把人工智能上升到了国家战略层面的高度。未来，我国要培养大量人工智能方面的人才，为国家建设提供人才支撑。

電子工業出版社



从被公认为人工智能的起源——达特茅斯会议的召开至今，人工智能经历了三个快速发展时期和两个低谷时期，人们习惯用“三起两落”来形容这段历史。

现在人工智能离我们越来越近，关于它的研究成果越来越丰富，人工智能能识别和理解人类的语言、能模仿我们的视觉、能自己学习知识、能控制机器人运动。与人工智能有关的产品出现在生活中的方方面面，每个人都有机会接触到人工智能，如能跟你对话、给你讲故事的“Siri”和“小爱同学”，又如美颜相机、商场里的智能导购机器人。

電子工業出版社

第二节

给机器测“智商”

人类想知道自己有多聪明可以进行智商测试，那如何测试机器的智商呢？

判断机器与人类谁更聪明的方法叫作“图灵测试”。把这一方法称为“图灵测试”，是因为它是由科学家——艾伦·麦席森·图灵提出的。图灵在人工智能和信息技术方面取得了巨大的成就，被人们称为“人工智能之父”“信息科学之父”。

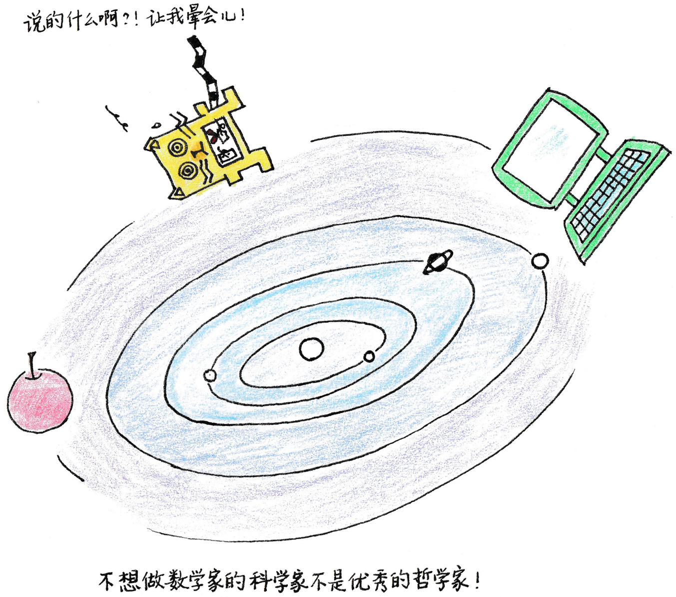
图灵是英国著名的数学家和逻辑学家，他曾经帮助盟军破解了纳粹德国的密码系统，为盟军赢得第二次世界大战的胜利做出了杰出贡献。

電子工業出版社

图灵在数学和计算机科学方面都取得了举世瞩目的成就。为了纪念图灵对计算机科学的巨大贡献，人们把计算机科学的最高奖命名为“图灵奖”。同时，他也被美国的《时代》杂志评选为20世纪100位最重要的人物之一。

在每个行业做出突出贡献的人都可能在历史上留下名字，但是我认为，科学家和哲学家更为人们所尊崇，因为人类社会的进步往往是由他们推动的，如牛顿、爱因斯坦、冯·诺伊曼、图灵等，你怎么看呢？

電子工業出版社



1950 年，图灵发表了一篇影响时代的论文《机器能思考吗？》，他预言人类会在 2000 年左右制造出和人类一样聪明的机器人，他也由此开始思考怎样按照人们对人工智能的理解测试机器人的智商这一问题。

1952 年，图灵提出了更具体的想法：让机器人冒充人类和裁判对话。如果超过 30% 的裁判认为和自己对话的是人而不是机器人，那么就认定机器人成功地模仿了人类的智力，通过了“图灵测试”。

那如何通过“图灵测试”来检测机器人的智商呢？

“图灵测试”是一个对比测试，裁判用相同的测试题目分别对一

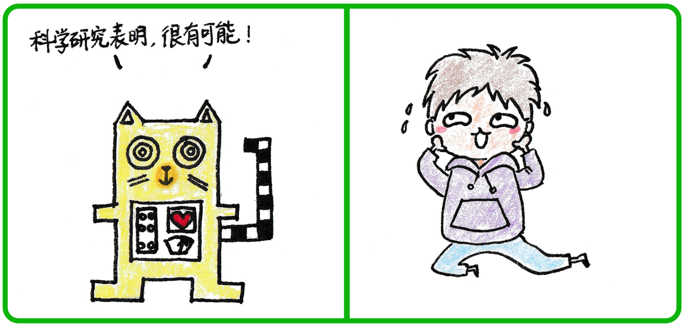
電子工業出版社

台机器人和一个人进行测试，从回答结果判断哪边是人、哪边是机器人，就像《开学第一课》上郎朗用盲听来判断幕帘后面的钢琴演奏者到底是人还是机器人一样。

测试前，要将裁判和被测试者隔开，使他们不能进行面对面的交流。

测试开始后，裁判通过一些装置，如计算机键盘和显示器，向被测试者分别提出相同的问题，被测试者也通过键盘和显示器回答问题。

经过多次问答后，如果超过 30% 以上的裁判不能准确地判断哪边是人哪边是机器人，那么我们就认定这台机器通过了“图灵测试”，具备了和人类相近的智力水平。

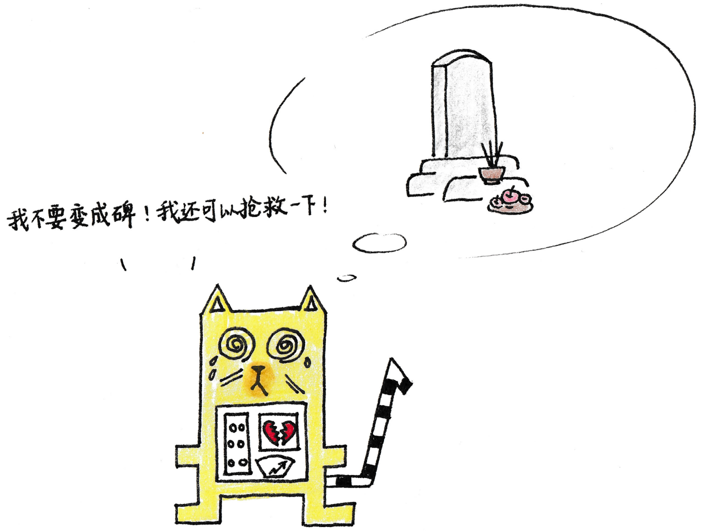


電子工業出版社

了解了“图灵测试”的规则，你是否觉得，《开学第一课》上郎朗通过盲听判断机器人演奏者的测试也是一种“图灵测试”呢？只不过他测试的只是机器人的钢琴演奏水平，而不是它的智商。

自20世纪90年代开始，人们每年都要举办人工智能比赛，通过“图灵测试”来测试机器人的智商，但多年来没有任何一台机器人能够通过“图灵测试”。科学家想要在2000年左右制造出能通过“图灵测试”的机器人还是太难了，图灵的预言并没有实现。

直到2014年，聊天机器人尤金·古斯特曼成功地让裁判们相信了它是一个13岁的乌克兰男孩，它成为有史以来第一台通过“图灵测试”的机器人。尽管有些人对这一结果存有争议，但是这一事件还是被人们当作人工智能研究的一个里程碑载入了史册。

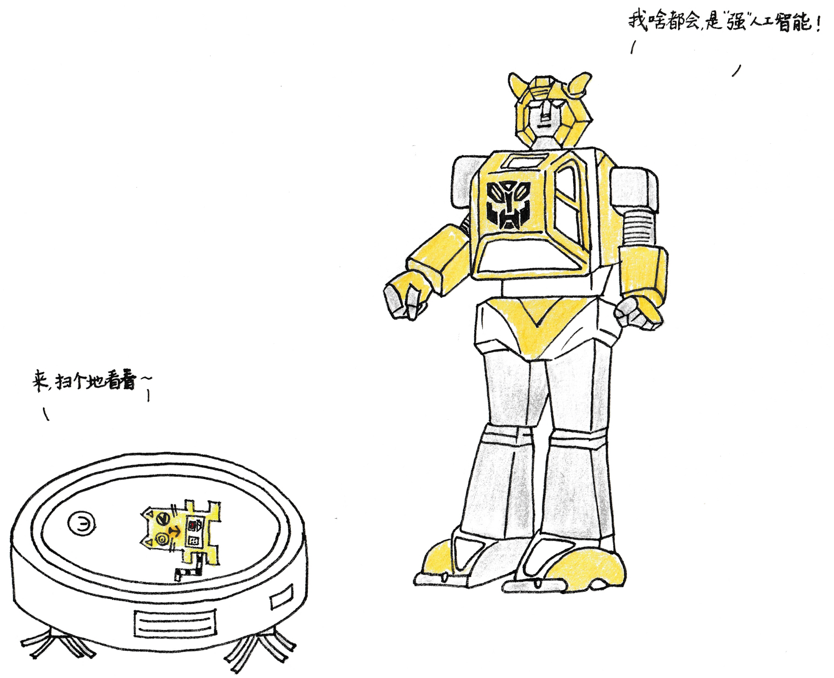


電子工業出版社

人们根据人工智能应用的领域或范围把它分成了两大类：弱人工智能和强人工智能。

弱人工智能也叫“应用”人工智能，它只能完成特定的任务、解决某一类问题，大家常见的扫地机器人、语音对话机器人就属于弱人工智能，虽然名字听起来有些“弱”，但在相应的应用领域里，它们往往不弱，甚至很强。

而强人工智能也叫“通用”人工智能，顾名思义，就是真正能代替我们进行思考和推理，在哪一领域都能应用的人工智能，人类能做的脑力劳动它们也能做。



電子工業出版社

遗憾的是，直到我写这本书时，真正的强人工智能也还没有出现，它目前还只是人们的美好愿望。然而电脑计算能力的突飞猛进就像给人工智能研究插上了翅膀，其成果日新月异，以阿尔法狗为代表的具有超强学习能力的机器人的出现让强人工智能的出现成为可能。当然，这段路也许会很漫长，但是通过我们的不断努力，相信在不远的将来，人们一定能够迎来真正的强人工智能时代。

電子工業出版社

第三节

三大学派的“华山论剑”

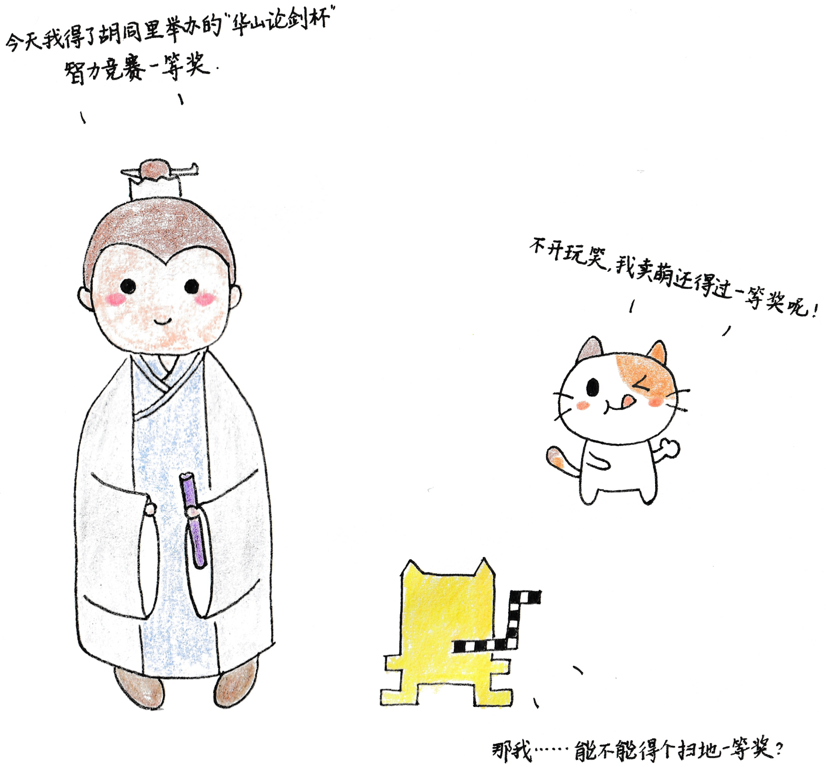
今天的话题是人工智能三大学派的“华山论剑”。

“华山论剑”出自金庸的小说《射雕英雄传》，这部小说讲的是宋代的武林高手在华山上争夺“武林天下第一”名号的故事，后来人们往往用“华山论剑”比喻各行各业里顶尖高手的比拼。当然，胜出者也会被认为是赢得了某行业的“诺贝尔奖”。

所以当你听到某人获得某个行业、某个领域“华山论剑”的“诺贝尔奖”时，也不必特别激动，因为每个人都是独一无二的。

但是人工智能领域的“华山论剑”还是相当有分量的，因为人工智能与人类未来息息相关。

電子工業出版社



通过前文的学习我们了解到，人工智能历史上曾经出现了三个主要的研究方向学派，即符号学派、连接学派和行为学派。

三大学派从不同的角度理解和研究人工智能，都取得了非常卓越的成就，这一节我们就来聊聊三大学派的观点及成就。

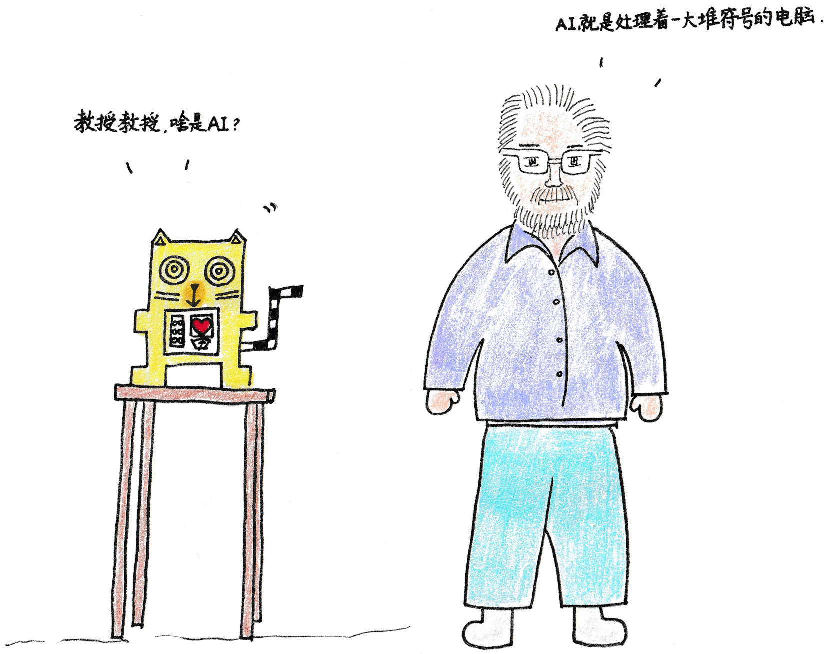
符号学派全称为“符号主义学派”，它的创立者是参加过达特茅斯会议的人工智能元老——约翰·麦卡锡，麦卡锡的著作《自动机

電子工業出版社

研究》是符号学派的开山之作。

书中阐述了符号学派对人工智能的理解，他们认为人工智能就是计算机软件，与硬件无关，它是研究怎样编写“聪明的”计算机程序的科学方法。符号学派认为，人工智能的研究不需要局限在模仿人类智能上。

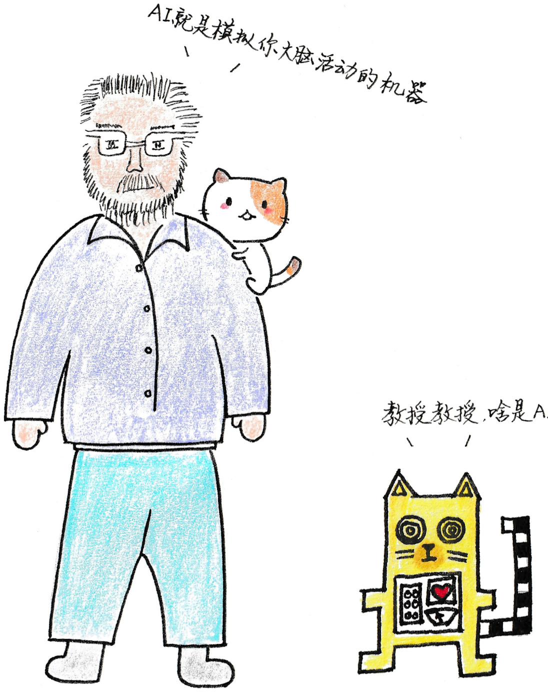
计算机软件就是程序，程序接收和输出的信息都是由符号构成的，所以这一学派被称为符号学派。



電子工業出版社

符号学派把研究重点放在计算机的优势领域，如知识整理、行动规划和逻辑推理，而且获得了空前的成功。

1997 年发生了一件称得上是符号学派历史上震惊世界的大事：电脑“深蓝”打败了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫。“深蓝”的结构与符号学派阐述的人工智能完全吻合，它利用超级计算机强大的数据处理能力和运算速度，预测怎样走棋获胜的机会更大，最终战胜了顶级的国际象棋大师。



“深蓝”的胜利让符号学派出尽风头，但兴奋过后人们慢慢发

電子工業出版社

现，符号学派的主要研究成果几乎都与人机大战有关，这些研究成果仅仅是让制造它们的国际商业机器公司（International Business Machines Coporation，简称 IBM）股票价格不断上涨，很难真正实用，所以符号学派武林霸主的地位很快就被夺走了。

大脑是人类的智慧源泉，许多科学家都在不断尝试从模仿大脑入手来理解和设计人工智能，他们就是连接学派。

大脑由数以万亿计的神经元组成。连接学派认为，可以通过模仿大脑的神经元结构实现人工智能，这听起来是个非常不错的想法。

大量神经元构成了一张巨大的大脑神经网络，如果把智力活动比作计算机软件，那么支撑起这些活动的大脑神经网络就是计算机硬件，所以，连接学派的科学家们非常强调计算机硬件在实现人工智能过程中所起的作用，这与符号学派的观点差别很大。

连接学派认为人工智能来源于神经网络的“连接”，这也是连接学派名字的由来，连接学派的全称为“连接主义学派”。

人工智能三大学派的名字里都有“主义”二字，“主义”和“思想”一样，指的是系统的思路和观点。

有一些读者不太喜欢“主义”这个词，很可能是受胡适“多研究些问题，少谈些主义”的影响，这种重视“问题”反对“主义”的态度并不可取，胡适的本意是反对人们空谈“主义”而忽略现实问题，并没有否定“主义”的重要性。

“主义”指的是系统的、完善的观点，体现了价值观，而“问题”

電子工業出版社

的研究和解决需要原则约束和价值观引导。如果没有原则、没有主义，方法就可能会不恰当，就容易陷入功利主义和机会主义，轻则使人工智能的发展停滞不前，重则使人工智能的发展遭遇失败。

阿尔法狗是连接学派的主要研究成果，它的学习能力非常强大，而且学习效率远远超过人类。人们用几百万个围棋棋谱训练阿尔法狗，使其最终战胜了好几位围棋世界冠军，为连接学派赢得了巨大荣誉。

電子工業出版社

连接学派的科学家们热衷于研究机器如何学会像人类的大脑那样创造智慧，但是生物学的前进步伐可不像计算机科学那么快，直到今天，人们都没有完全搞清楚大脑神经网络的工作方式，这是连接学派面临的困境。不只连接学派，后来发展起来的行为学派，也面临着缺少理论支持的问题。

行为学派的全称为“行为主义学派”，他们并没有把研究重点放在具有智慧的人类身上，而是从比人类智力低得多的昆虫身上寻找灵感。

電子工業出版社

尽管昆虫的智商不高，但是和没有生命的电脑相比，也算聪明了，而且昆虫在个别方面的智能比人类都强：它们可以通过灵活地摆动身体实现移动，它们能更迅速地对环境做出反应。像蚂蚁、蜜蜂这一类的昆虫，还能聚集在一起形成庞大而且有秩序的社会结构，表现出非常高的智商。

所以，行为学派的科学家们决定从这些简单的昆虫入手来理解和设计人工智能，他们同样取得了非常不错的成绩。

行为学派著名的研究成果是灵活而好动的波士顿动力机器人“Atlas”和波士顿“大狗”了，它们不像“深蓝”和“阿尔法狗”那样有一颗复杂而强大的大脑，它们也不擅长学习知识、做判断推理，但它们拥有非常强大的环境感受器官和超强的身体协调能力，可以在没有机器大脑的干预下，凭借四肢和关节的互动，在复杂的环境里自由行走、如履平地，它们的身体协调能力超过了人类和很多动物。

波士顿动力机器人“Atlas”和波士顿“大狗”的智慧并非来源于自上而下的大脑控制中枢，而是来源于自下而上的肢体与环境的互动。

三大学派分别从软件、硬件和身体三个角度理解和研究人工智能。将来应该如何综合这三个学派的研究成果，让人工智能越来越接近和超过人类，还是一个很难回答的问题，相信随着人工智能研究的不断深入，大家的研究成果都能物尽其用，研究者们最终会殊途同归，找到问题的答案。

電子工業出版社

第四节

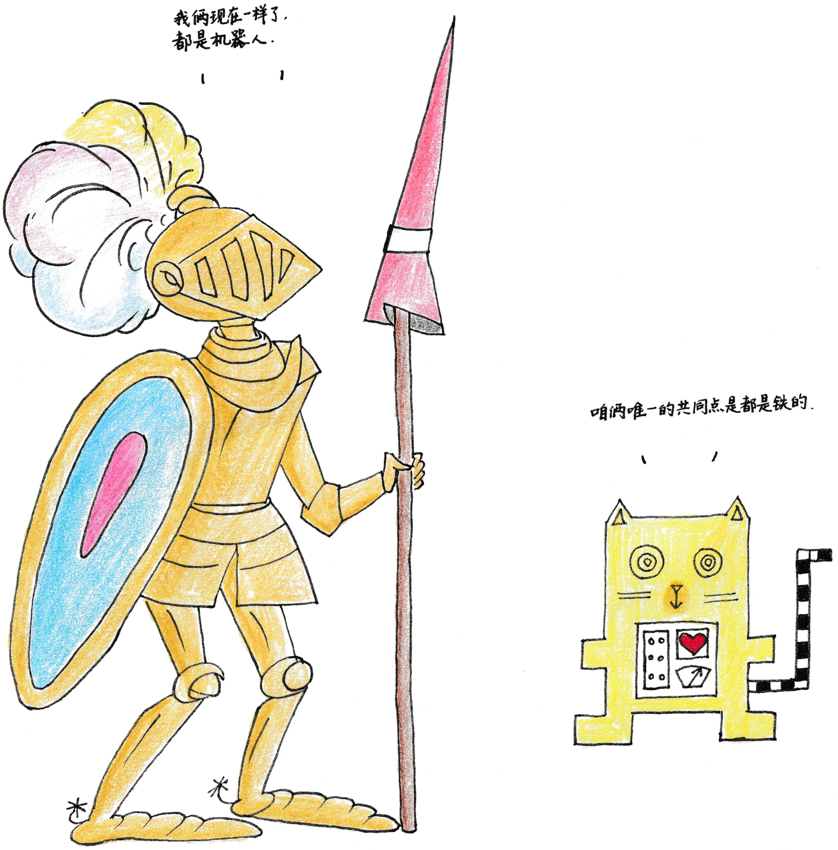
不仅是机器人：人工智能的研究领域

当提到人工智能时，人们往往会联想到机器人，那机器人和人工智能有什么关系呢？它们是一回事吗？

机器人这个词最早出现在捷克斯洛伐克作家于1920年创作的科幻小说里，那时候还没有电脑，人工智能的概念还没有诞生，但当时的人们已经开始幻想将来会有自由思考的、无所不能的机器人出现。

1939年，美国西屋公司研制出了世界上第一台人形机器，但它和人工智能无关，也不是现代意义上的机器人，它没有大脑，每个动作都需要人去控制。

電子工業出版社



后来人们发明了电脑，开始研究怎样用它控制机器人行动，机器人与人工智能的研究开始出现交集。

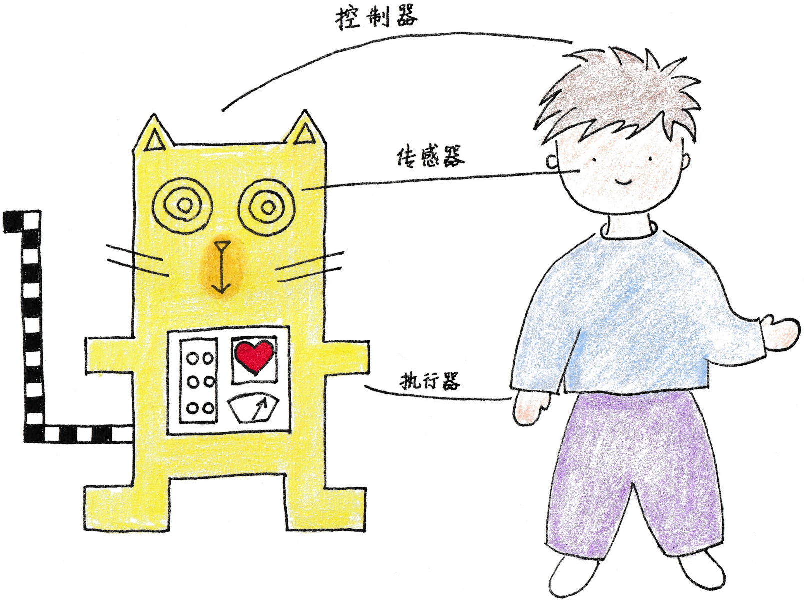
现在机器人的样子千奇百怪，扫地机器人的外形像个圆盘，语音对话机器人的外形像各种形态但不能活动的盒子，甚至有的机器人看

電子工業出版社

起来只是一只机械手臂，如在生产车间里劳作的工业机器人。

虽然机器人的形态各异、功能多样，但机器人的组织结构却大同小异，它们都由控制器、传感器、执行器和身体结构四个部分组成。

控制器是一台电脑，它是机器人的大脑，负责计算、推理和控制；传感器是机器人的感觉器官，就像我们的眼耳口鼻，负责采集信息；执行器是机器人发出信息或做动作的机构，屏幕、喇叭、机械手、轮子都是执行器；而身体结构决定了机器人的样子。



机器人的身体结构都是机器，都用电脑（计算机）控制，所以人们也把机器人叫作“机器”“电脑”“计算机”。

電子工業出版社

机器人技术发展迅速，现在，广义上的机器人包括了所有人类制造的、能够自动控制的机器，小到比指甲盖还小的医疗诊断机器人，大到无人值守的发电厂，甚至整个互联网都可以被认为是一台机器人。

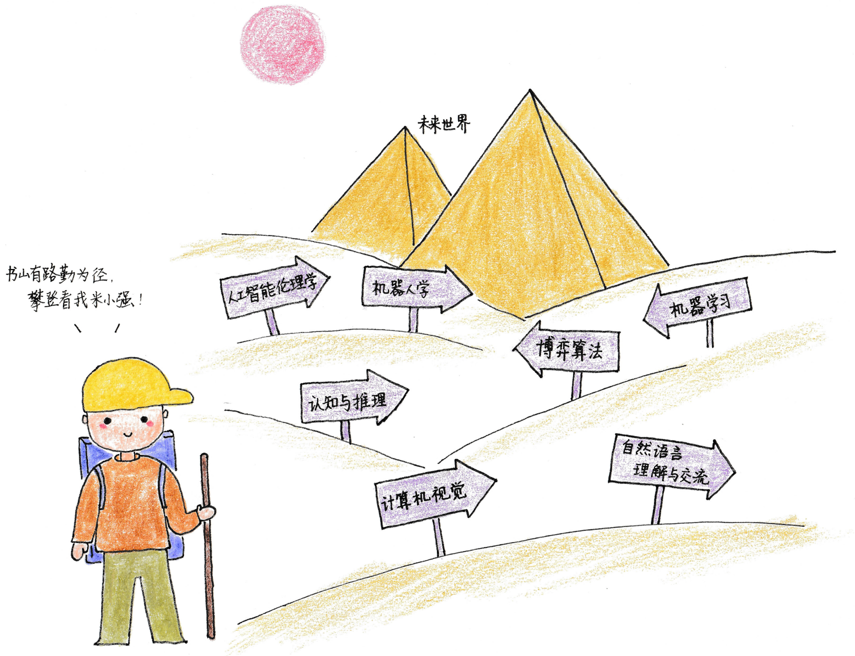
机器人研究是人工智能研究的一个非常庞大的领域，人们把研究、设计、生产、使用机器人的学科命名为“机器人学”，它主要研究人工智能的传感、控制、运动等方面，涉及逻辑学、动力学、传感器技术、控制技术、材料技术、工程技术等多个学科。

从人工智能的角度来看，机器人是人工智能的硬件载体。人工智能的研究成果往往以机器人的形式呈现给我们，这导致很多人误以为人工智能就是研究机器人的学科。这种看法是很片面的，除了机器人研究，人工智能还有另外六个非常重要的研究领域。

第一个研究领域是“计算机视觉”或“机器视觉”，它是一门用摄影机和电脑模仿人眼，观察、识别、跟踪、测量环境的学科，我们常见的人脸识别、文字识别、美颜、瘦脸、滤镜、医学上的图像处理、卫星、路况图像处理等，都属于机器视觉的研究成果。简而言之，它是一门研究从图像中获得信息并处理图像的学科。

“自然语言理解与交流”是人工智能的第二个研究领域，“自然语言”是指我们人类的语言，这个学科的目标是让机器能听懂人说话，能和人对话，所以也有人叫它“人机对话”。

電子工業出版社



第三个研究领域叫“认知与推理”，它是让机器了解自然界和社会的信息，并在此基础上进行逻辑推理的学科，我们在下一节学习的“专家系统”就是认知与推理学科的常见应用。

第四个研究领域叫“博弈算法”，“博弈”就是合作和对抗，这是一个用数学知识，如概率论和统计学的研究方法进行推理和决策的学科。

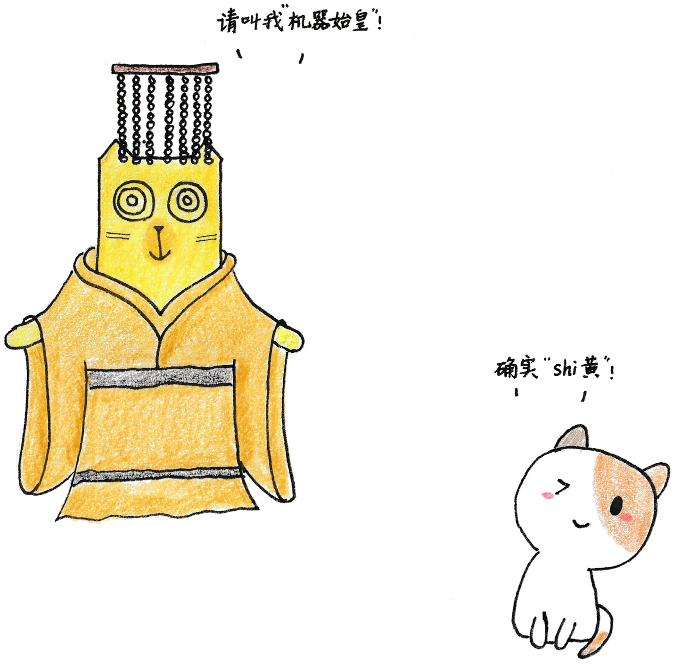
第五个研究领域是人们比较熟悉的“机器学习”，它是研究如何让计算机像人一样用归纳和统计的方法获取知识的学科。

第六个是研究机器人在人类社会的发展中将会扮演怎样的角色、

電子工業出版社

在未来会与人类建立怎样的关系的学科，这是人工智能的社会学研究领域。

人工智能的七大研究领域共同存在的局面被人们形象地称为“七雄争霸”，大家都知道战国时期七雄争霸的结果是，秦国横扫六合、统一天下，这也许预示着人工智能研究，最终也会迎来大一统吧。



也有人认为人工智能就是编程，那编程和人工智能有着怎样的关系呢？

人工智能的基础是数学和计算机科学，用机器解决实际问题的方

電子工業出版社

法——“算法”是用编程语言实现的，所以编程也是人工智能重要的基础学科。

未来将会是人与机器协作的世界，编程语言是人与机器人沟通时使用的语言，是人类有必要掌握的解决大多数问题的工具。将来无论是在数理学科领域、工程学科领域还是文化艺术学科领域，都可能运用到编程知识。所以我们既要学好数学，又要学好编程，只有这样才能找到人工智能问题的解决方法，才能启动人工智能这把通向未来世界的钥匙。

電子工業出版社

第五节

专业的机器做专业的事：说说“专家系统”

从本节开始，我们将认识和了解利用人工智能解决实际问题的方法，即“算法”或“模型”，在之后的学习中，我们会经常提到这两个词，它们说的是一回事儿——分析问题的规则和解决问题的方法。

在生活中，当大家遇到不同的问题时会采用不同的解决方法。比如在给病人看病时，医生会先询问病人的症状，然后通过仪器观察病人的身体情况，再结合检验报告及专业的知识进行科学的判断和推理，从而确定病因和治疗方法；在开展班会时，我们会采用计算和对比的方式来确定要准备哪些物资，这与看病时采用的判断推理方式明显不同。

面对不同类型的问题，机器也会采用不同的解决方法，我们把

電子工業出版社

机器解决问题的方法称为“算法”，经常被使用的“三大算法”包括“专家系统”、“遗传算法”和“深度学习”。

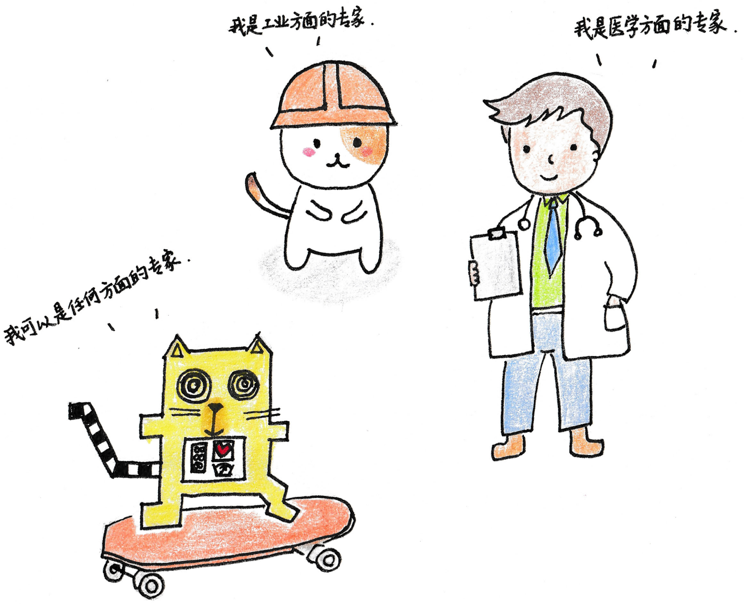
在本节中，我们先来看看什么是“专家系统”。

很多人都有这样的认知——“专业的人做专业的事”。也就是说，人们在碰到难题时往往会向专家寻求帮助，而计算机有着强大的数据处理和计算能力，看起来非常适合成为一名“专家”，所以从有计算机开始，科学家们就在探索怎样让它扮演专家的角色来帮我们解决难题。“专家系统”就这样应运而生了。

了解“专家系统”前我们先想一想：人类专家是什么样的？如何才能成为人类专家呢？

電子工業出版社

想要成为人类专家，首先要掌握某个领域内丰富的知识和经验，其次还要具有较强的逻辑推理能力。



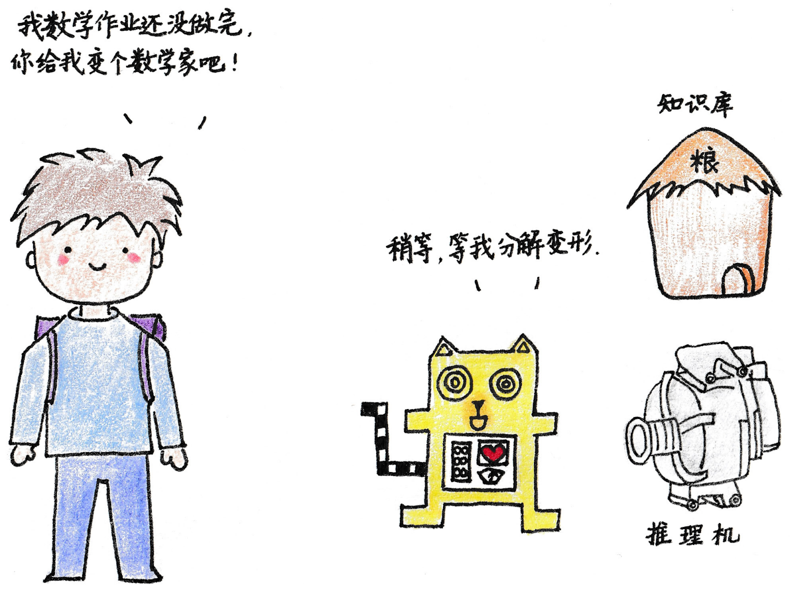
“专家系统”本质上是一个计算机程序，它拥有包含某个领域内大量的专业知识和经验的数据库，“专家系统”会根据这些数据库中的知识和经验并通过推理的方式解决问题。这是否与人类专家的能力和行为非常相似呢？没错！它本身就是机器对人类专家处理问题行为的模仿，所以被称为“专家系统”。

“专家系统”研究从 20 世纪 60 年代就开始了。1968 年，斯坦福大学的计算机科学教授爱德华·费根鲍曼开发出了第一个“专家系

電子工業出版社

统”——Dendral，Dendral拥有化学方面的专业知识数据库，被用于推断化学分子的结构，Dendral的出现拉开了计算机使用海量知识解决实际问题的序幕。

“专家系统”的主要组成部分是知识库和推理机，这听起来很复杂，其实并不难理解。



知识库就是知识的仓库，它主要用来存放人类专家整理和总结出来的海量知识，它就像人类专家存放知识和经验的大脑或书籍一样。人类专家水平的高低是由他们所掌握的经验和专业知识的总量所决定的，“专家系统”也一样，它的水平高低是由其知识库的质量和知识

電子工業出版社

总量所决定的。

一般来讲，我们可以通过完善知识库中的信息来提高“专家系统”的专业水平。

在知识库中，知识和经验是以知识规则的形式存放的，这听起来有点难以理解，还是以苹果和香蕉为例来具体说明吧。

比如一个知识库中关于苹果和香蕉的知识规则如下：

如果是圆形的、带把儿的，那么就是苹果，否则就是其他的东西；如果是长长的、弯弯的，黄色或绿色的，那么就是香蕉，否则就是其他的东西。

了解了这些知识规则之后，你是否对推理机的工作原理有了一些自己的认识呢？

没错！推理机的工作原理就是用已经掌握的信息反复和知识库中的知识规则进行匹配，最终找到问题的答案。比如我们拿一根香蕉让“专家系统”判断这是什么水果，推理机会先将这根香蕉的特征“长长的、弯弯的、黄色的”与知识库中苹果的知识进行对比，发现这不是苹果，随后与香蕉的知识进行对比，发现特征吻合，最终确定这是一根香蕉。

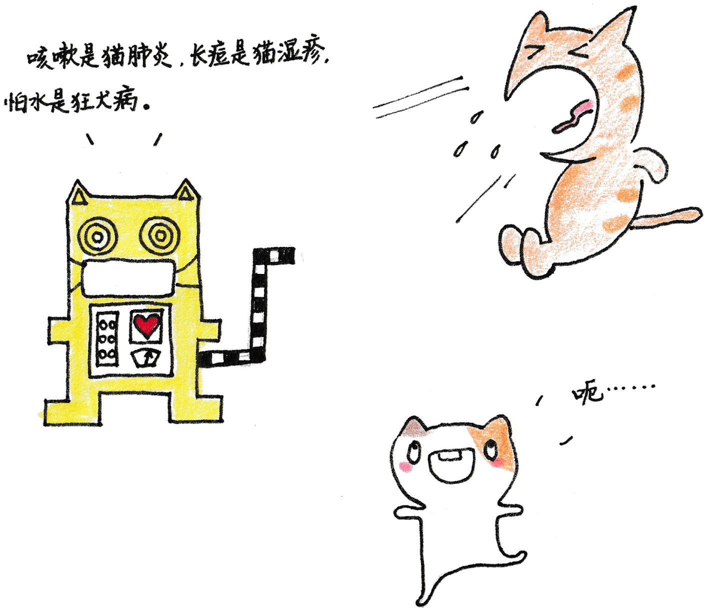
接下来，我们再用找医生看病的例子来看看“专家系统”是怎样工作的。

首先，我们需要找到一个专门负责疾病诊断和治疗的“专家系统”，

電子工業出版社

假设它的知识库里有如下关于疾病的知识规则：

如果症状是发烧，那可能是病毒性感冒或食物中毒；如果症状是流鼻涕，那肯定是风寒感冒；如果咳嗽很严重，那有可能是支气管炎或肺炎。



接着，“专家系统”会先了解病人的症状，如“流鼻涕”，然后推理机会将症状与知识库中的规则进行匹配：

① 判断是否是病毒性感冒或食物中毒，发现症状不匹配；

② 判断是否是风寒感冒，发现症状匹配；

電子工業出版社

③ 判断是否是支气管炎或肺炎，发现症状不匹配；

④ 最终确定病人患有风寒感冒，进而给出治疗建议。

“专家系统”是符号学派的研究成果，它是早期人工智能研究领域里很重要的一个分支，在技术上已经非常成熟，而且应用广泛。但是“专家系统”也有其局限性，因为它的知识库来自人类专家的知识总结，所以无法超越人类专家。

“专家系统”的能力大小取决于人类专家事先设定好的知识规则，知识规则越详细、正确率越高，“专家系统”的判断也就越准确。一旦其中的知识规则出现错误，“专家系统”就会判断失误。

由于“专家系统”借助计算机强大的数据处理和运算能力，因此它的实用性仍然很强。在现实生活中，它被应用于很多领域，如科学研究、医学诊断、工农业生产、气象预报、军事策略等。

電子工業出版社

第六节

达尔文启示录："遗传算法"

你是否遇到过要在众多选项中寻找最佳答案的情况？

比如你要和小伙伴一起参观展览馆，因为钱包和背包都有限制，当然，主要还是受限于钱包，所以不能随心所欲地买零食、带玩具，这时就要选择买哪些零食、带哪些玩具、各带多少，这一类问题非常常见，而且它还有一个专门的名字——"背包问题"。

当遇到"背包问题"时我们往往很难进行选择，所以我们把它称为"选择困难症"。虽然解决钱包厚度的问题是治疗"选择困难症"比较好的方法，但在钱包厚度的问题还没有解决的情况下，能否让人工智能帮我们进行决策、克服"选择困难症"呢？

電子工業出版社

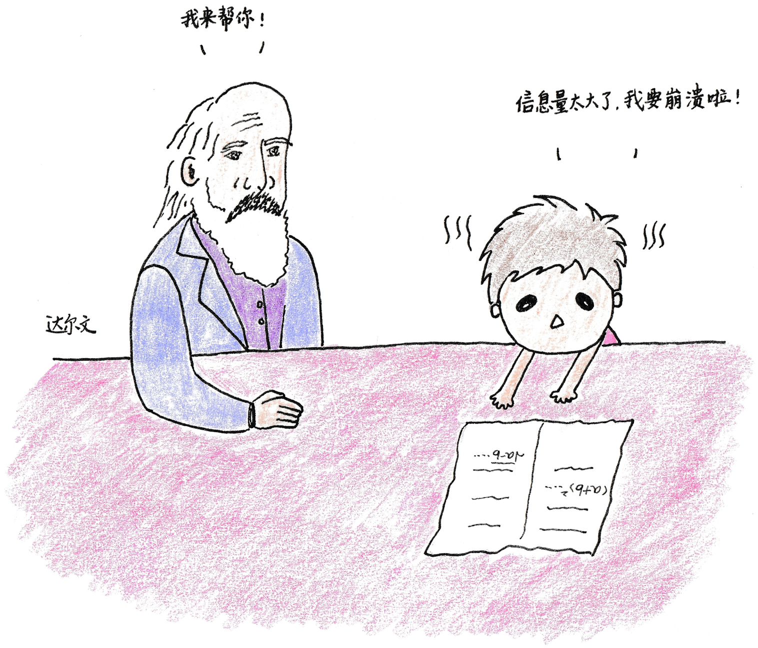
以购买零食为例，思考一下我们通常是如何处理的。

假设可选的零食有三种，我们可以分别尝试给每种零食按不同的数量进行搭配，在所有可能的结果中找到既满足金额条件又不超过背包容量的答案。

这听起来很不错，在零食种类很少时，通过这种方案，我们可以很快解决问题。可是如果要在成百上千种物品中进行选择呢？显然这个方案就不合适了。因为把所有的可能性都统计出来需要花费很长的时间，即使通过电脑计算，也是相当困难的。

这时就需要借助一种特别的处理方法来解决这个问题，这种方法被称为“遗传算法”，它通过模拟达尔文的进化论来解决问题，因此又被称为“进化算法”。

電子工業出版社



我们先来看看达尔文是怎样描述进化论的。

生物通过复制自己的遗传基因繁衍后代，遗传基因又被称为“遗传因子”，它记录了生物种类的各种信息，遗传基因在复制过程中会发生变异，因此后代的基因往往与父辈的基因有所不同。比如有的后代力量更强了，有的后代智商减弱了，不适应自然环境的后代会被淘汰，适应的会生存下来。生物就是在这种反反复复的遗传和变异中逐渐进化的。

因此，人们把生物进化论概括为十二个字：遗传变异，自然选择，适者生存。

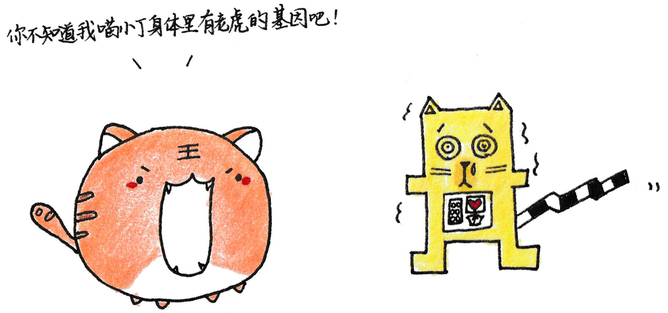
電子工業出版社

作为三大算法之一的“遗传算法”是如何模拟生物进化论来解决“选择”问题的呢？我们以一个游戏为例加以说明。

假设在某个游戏中有很多兵种，如步兵、骑兵、弓箭手、炮兵等，我们想从中找到能力最强的兵种，也就是“最能打的兵种”，就可以使用“遗传算法”。

不同兵种的血量、伤害值、攻击范围、攻击速度、移动速度等属性的数值会有所不同，我们可以把这些属性的数值看作是兵种的“遗传基因”。

想找到其中能力最强的兵种，我们需要让这些兵种分别两两对战，进行 PK，从中选拔出获胜率较高的几个，并将它们作为优秀兵种，因为它们的遗传基因更优秀。接下来，我们模拟生物的进化论，用“切断”和“交叉”遗传基因的方法创造具有新特性的兵种，然后让这些新兵种再次 PK，从中选拔出更优秀的兵种。



“切断”和“交叉”就是分别把两个兵种的遗传基因分解开，再

電子工業出版社

重新组合。假设PK游戏的获胜者是炮兵和骑兵,我们就用炮兵的血量、伤害值、攻击范围三项遗传基因与骑兵的攻击速度、运动速度两项遗传基因组合成一个新的兵种，用其余的遗传基因组合成另外一个新的兵种，这就是遗传基因的“切断”和“交叉”。

接下来，再让新生成的兵种进行PK，再一次选拔出获胜者，而后继续进行遗传基因的“切断”和“交叉”，不断重复，越到后面，获胜者就越优秀。

“遗传算法”可以更好地解决“在众多的选项中找到最佳答案”这一类问题。它的依据是生物进化法则：优秀的遗传基因容易产生更优秀的遗传基因。

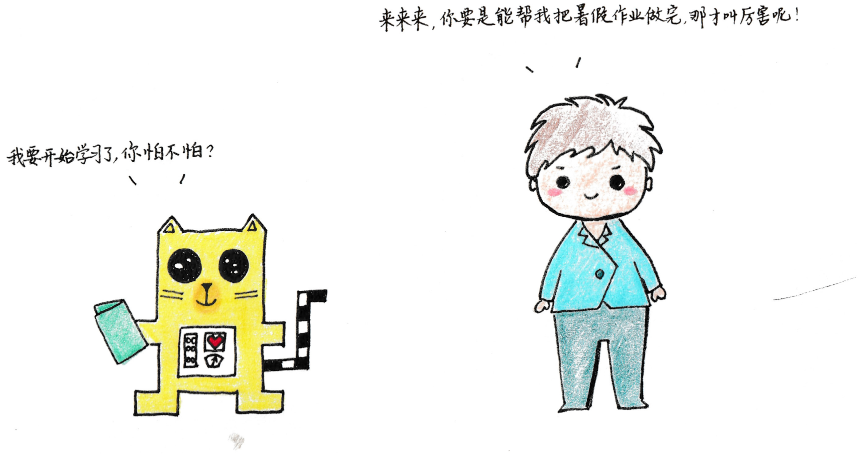
“遗传算法”与“专家系统”、“深度学习”被称为人工智能的“三大算法”。当我们需要寻找最优解决方案时，如用导航软件进行路径规划、选定不同项目的人员，此时就可以使用“遗传算法”了。

電子工業出版社

第七节

“机器学习”，天天向上

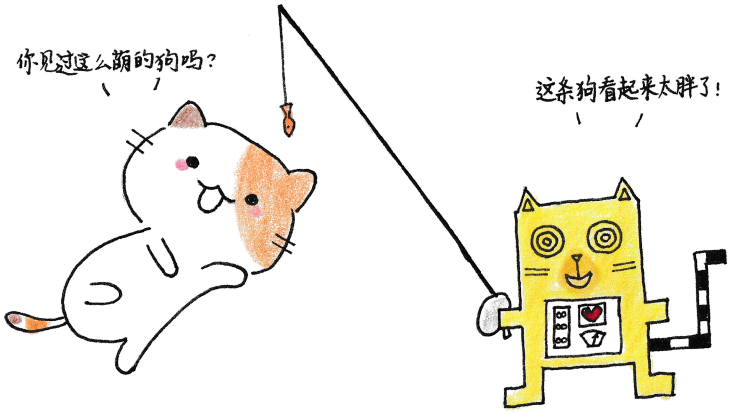
“机器学习”是人工智能非常重要的研究领域，其最终目标是让机器真正像人一样通过不断地进行学习和训练掌握更多的知识。



電子工業出版社

2012 年 6 月，美国《纽约时报》刊登了一条关于“谷歌大脑”项目的新闻，这条新闻引起了全球关注。“谷歌大脑”项目由斯坦福大学机器学习专家吴恩达和计算机系统专家杰夫·迪恩共同主导，他们研制出了具有自主学习能力的机器大脑。这个机器大脑由 16000 个计算机芯片组成，它在图像识别方面具有很大的优势，人们认为这个机器大脑的智商相当于一个两岁孩子的智商。

早在 1952 年，科学家们就开始研究如何让机器学习了。当时，达特茅斯会议的参与者——美国科学家亚瑟·塞缪尔设计出了会自主学习的跳棋程序，它可以在对弈中提高自身的棋艺。训练 4 年后，这个程序战胜了塞缪尔，又过了 3 年，它战胜了美国一位保持了 8 年不败纪录的跳棋冠军。这个程序还可以通过训练掌握其他知识，如学会区分猫与狗的差异，在下次见到这些动物时可以准确地叫出它们的名字。



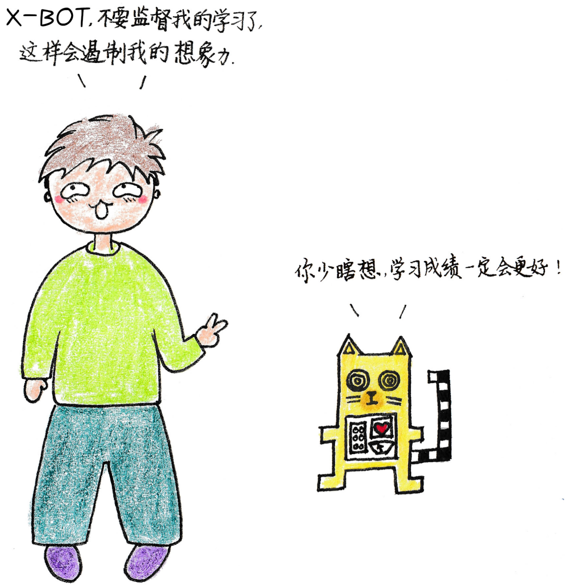
塞缪尔的发明颠覆了人们对机器的认识，使机器开始拥有自主学

電子工業出版社

习的能力，因此后人把塞缪尔称为“机器学习之父”。

机器的学习方式与人类非常类似。人类的学习方式大致分为两种，概念式学习和归纳推理式学习，对应到机器学习领域，就是“监督学习”和“无监督学习”。

那什么是概念式学习呢？我们可以回想一下小时候辨认苹果的方法。父母为我们提供各种各样的苹果，有红色的、黄色的、绿色的，而且这些苹果有大小之分。父母会告诉我们，这种圆圆的、有把儿的水果就是苹果，因此当你再见到这种水果时，因为它符合我们了解的苹果的特征——“圆圆的、有把儿”，所以我们能很快地分辨出它是苹果。



電子工業出版社

在学习过程中，父母给出了苹果的概念和特征，让我们学会了分辨苹果，这就是概念式学习。在机器学习领域，这种学习方式被称为“监督学习”，它并非自主学习。在这种学习过程中，学习者会受到监督和引导。监督学习的优点是学习效率非常高，但它的缺点也很明显——所有的概念都来源于已有经验，可学习的范围有限。

除了概念式学习，人类还有另一种学习方式，在这种学习过程中，并没有人提供概念，学习者需要通过归纳推理的方式自主学习。

比如当我们看到红苹果、西瓜汁、国旗时，我们可以对它们的颜色进行归纳，并将它们共同的颜色取名为“红色”，这种学习方式就是归纳推理式学习。对应到机器学习领域，就是“无监督学习”，在这种学习方式过程中，学习者不会被监督和引导，它是一种机器自主的学习方式。

由此可见，无监督学习对机器来讲是非常重要的，有了这种学习方式，机器就能对未知世界展开探索了。

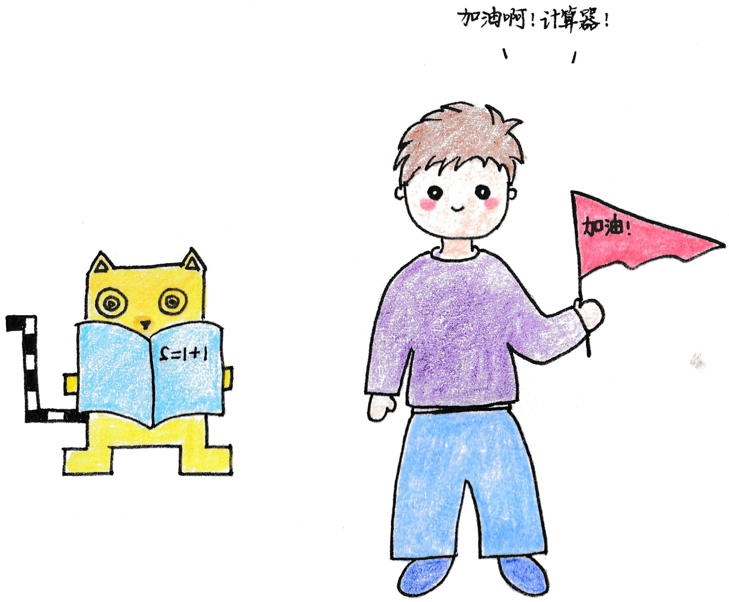
人类还能用不断修正错误的方式来学习新的知识，如我们可以通过多次做易错题来掌握和巩固知识、纠正自己的错误，机器也有类似的学习方式，那就是“增强学习”或“强化学习”。

在打败世界围棋冠军的阿尔法狗身上，我们既能看到监督学习又能看到无监督学习的身影。阿尔法狗有两个训练阶段：在第一个训练阶段，人们用以前的棋谱训练它、教它下棋，这是监督学习；在第二个训练阶段，它通过与人对战进一步提高自己的围棋水平，这是无监

電子工業出版社

督学习。

要让机器学会自主学习，就要给它们提供大量的训练数据。互联网普及前，数据收集和整理的效率都非常低，所以，虽然塞缪尔早在1952年就提出了机器学习，但直到互联网普及后，机器学习才真正步入正轨，塞缪尔的研究成果也才逐渐为人们所熟悉。



现在机器学习已经走出实验室，走进人们的生活，如采用了机器学习技术的语音对话音箱，你会发现它越用越聪明，越用越懂得你的想法。

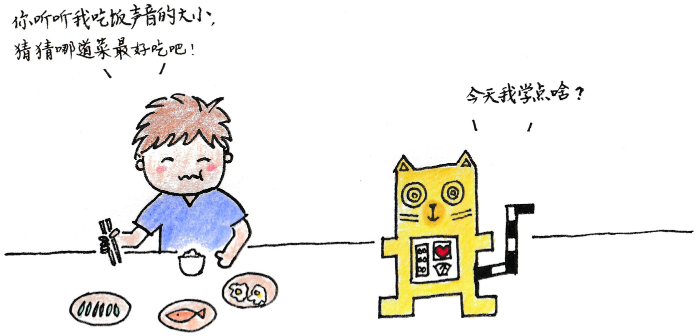
机器学习也被应用于无人驾驶、城市交通规划、电子商务、搜索引擎等领域。

電子工業出版社

第八节

训练使人进步：机器怎样学习

通过对上节内容的学习，我们已经了解到，“机器学习”有监督学习和无监督学习之分，还知道了增强学习的概念，即机器通过不断修正的方式去学习，那如何让机器学会学习呢？

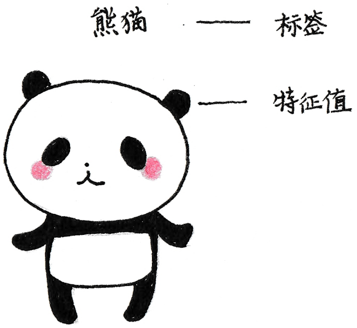


電子工業出版社

要让机器进行学习就要为它们提供大量的数据，数据是机器学习的对象。数据可以是文字、符号，也可以是图片、声音，把数据交给机器并让它们学习的过程叫作“训练”。

比如在监督学习中，我们为机器提供一些熊猫图片并将其作为训练的样本数据,然后告诉机器,图中的动物是“熊猫”。在这里,名词“熊猫”是这些图片的分类,你可以叫它“标签”,也可以叫它“分类标签”。

机器在训练的过程中会记住熊猫的特征，即“大大的脑袋，黑白两色，眼睛周围有粗粗的黑眼眶，耳朵圆圆的”。这些特征就是熊猫图片数据的“特征值”，机器了解到这些特征值后就记住了熊猫的外貌特征。当我们再为机器提供一些熊猫和其他动物的图片时，机器就能从中分辨出哪些图片包含熊猫的特征值，从而认出熊猫。机器根据特征值匹配标签的这一过程叫作“拟合”。



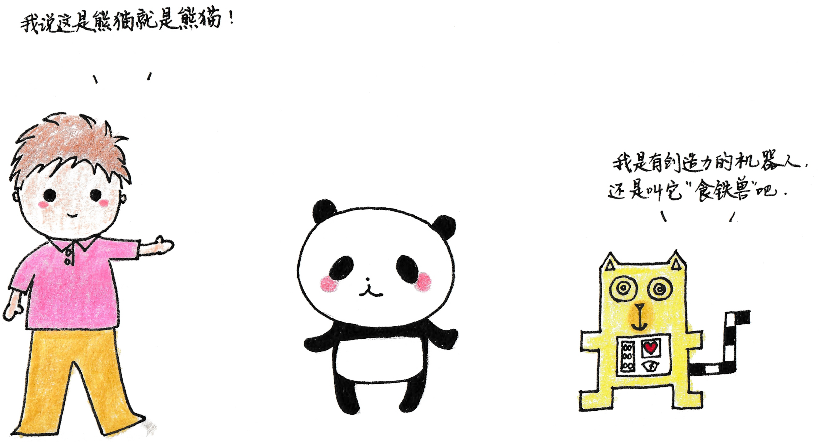
这里提到了机器学习中最重要的几个概念:特征值、标签、拟合。

“特征值”是机器学习的依据，机器需要采用比较和归纳的方式

電子工業出版社

找到特征值，如我们为机器提供了一些图片数据，里面分别有牛、马、狗、猫，还有熊猫，那么“有头部、有躯干、有四肢、有五官”就是这些图片数据的特征值。

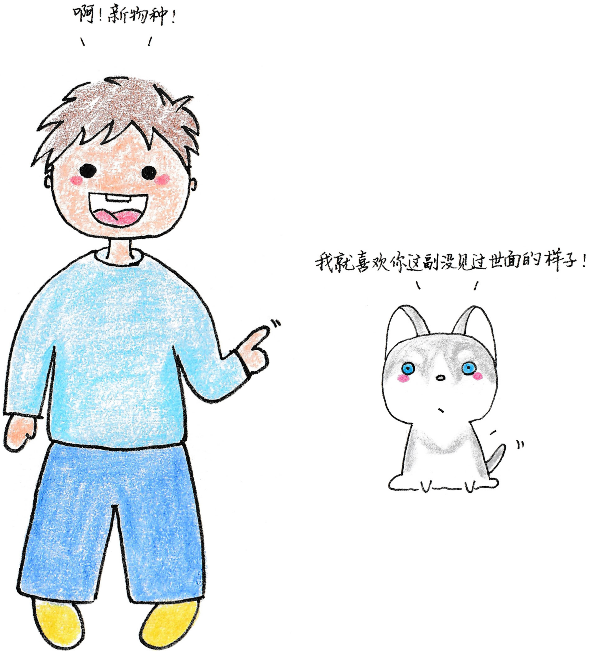
而“标签”是图片的分类依据。在监督学习中，标签是由我们提供的，比如对于上面的例子，如果是监督学习，我们就要告诉机器：“有头部、有躯干、有四肢、有五官”的特征值对应的标签是“动物”；而在无监督学习中，“标签”是由机器自己生成的，机器会找到所有数据中相同的特征并将它们作为“特征值”，然后将其对应到自己给出的一个标签，如“a123”或“数据标签a”，名字并不重要，机器也并不了解人类是怎样理解这些标签的，重要的是它知道这是一个对应到特征值的分类。



是由人类给出标签还是由机器自己决定标签是监督学习和无监督学习的主要区别。

“拟合”是数学概念，又被称为“拉曲线”。想象一下，特征值是分布在一张纸上不同位置的一个个点，我们用笔把这些点连成一条线，这就是“拉曲线”。

机器在进行学习时，如果样本数据太少就会发生“欠拟合”的情况，也就是拟合程度不够。比如我们想让机器学会分辨哪些动物是狗，但是只给它看了几张金毛和泰迪的图片，由于样本数据太少，机器再看到哈士奇时就无法判断这也是狗，这种现象就叫“欠拟合”。



有时候还会发生“过拟合”的情况，如我们给机器看了很多狗的

電子工業出版社

图片，但是这些图片中的狗都是哈士奇，机器把哈士奇的所有特点都记住了，学习效果非常好。但是，如果这时我们让机器分辨一条金毛是不是狗，它能准确地判断吗？

机器很有可能会认为金毛和哈士奇区别太大，判定金毛不是一条狗，从而得出错误的结论。这是因为机器获得的样本数据不能概括标签“狗”的全部特征值，它只是找到了“狗”的一个分类——哈士奇的特征值，对某一个部分的特征值过度拟合了，造成判断不准确，这种现象就叫“过拟合”。

“欠拟合”和“过拟合”都会造成机器的学习效果不佳，判断不准确，我们要尽量避免这两种情况的出现。

在机器学习的过程中，还会涉及另外一个重要的概念，那就是“泛化”，即“变得更广泛”。

机器掌握了金毛、哈士奇、泰迪的特征值，了解了什么是狗，进而正确地识别出样本数据中没见过的狗的种类，如德国牧羊犬、苏格兰牧羊犬也能被机器准确地识别出。这种使机器识别的范围扩大的现象就是“泛化”。

電子工業出版社

第九节

大脑模拟器：神经网络与“深度学习”

人工智能自诞生以来，一直在跌跌撞撞中成长，它已经经历了三个高峰时期和两个低谷时期。而现在人工智能的发展非常迅速，正在经历从未达到过的高峰时期，其研究成果层出不穷，那它在经历了这次高潮后会不会再次陷入低潮呢？

要找到问题的正确答案，先要对人工智能的历史进行客观、全面地分析。

人工智能经历了两次低潮：一方面是因为基础科学无法满足人工智能研究的需要，这导致科学家们没有可以继续研究的课题；另一方面是因为很多研究成果无法应用到生活中，没有使用价值，这样科学

電子工業出版社

家们也就失去了继续研究的动力。

随着计算机科学的迅速发展，电脑、智能手机早已走进千家万户，高科技成果与普通人之间的距离拉近了，令人振奋的人工智能研究成果一经问世，往往就能得到广泛应用，为我们的工作和生活带来便利，为大家所熟悉。可以预见的是，在未来几十年甚至上百年的时间里，人工智能的发展将会越来越快，再出现类似以前发展低潮的可能性较小。

这次人工智能研究热潮的出现在很大程度上是由机器学习的巨大

電子工業出版社

成功引起的，它的主角是“深度学习”。阿尔法狗就是有名的“深度学习”应用，它拥有非常强大的机器学习能力。

“深度学习”与普通机器学习不一样，那它“深”在哪里，有什么特别之处呢？

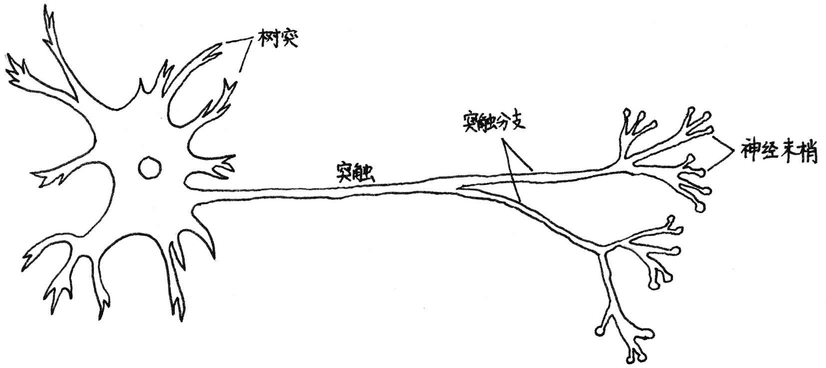
“深度学习”的概念来源于对人工神经网络的研究。我们先来看看人脑的结构是怎样的。

人的大脑是由数以千亿计的神经元组成的，神经元是形成大脑的基本零件。人的视觉、听觉、运动、思考等行为会刺激神经元生长出突起，我们称之为“树突”。神经元之间通过“树突”互相连接，所有的神经元和树突连接在一起，形成了大脑的“神经网络”。

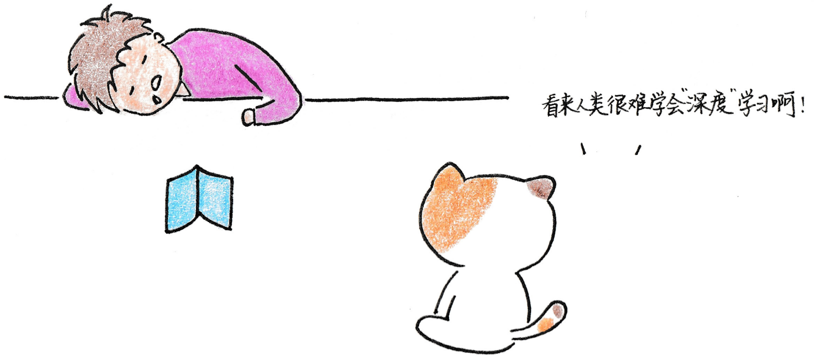
人脑拥有大规模的生物神经网络，生物学研究成果表明，一个成年人大脑的神经元多达 1000 亿个，这个数据非常庞大。现在最先进的模拟人脑结构的人工神经网络也只包含 10 多亿个神经元，其计算能力远远低于人类。但应注意的是，计算机科学的发展速度远远超过了人类进化的速度。

人脑是一种具有智慧的系统，那能否用机器模拟人脑结构，实现人工智能呢？答案当然是肯定的，“深度学习”就是用机器模拟人脑的神经网络结构，并使用许多层人工神经元构成人工神经网络，从而完成机器学习任务的技术。

電子工業出版社



提到人工神经元和神经网络，大家是否想到了“三大学派”中的连接学派？没错！“深度学习”是连接学派的主要研究成果，它既可以应用到监督学习上，又可以应用到无监督学习上。

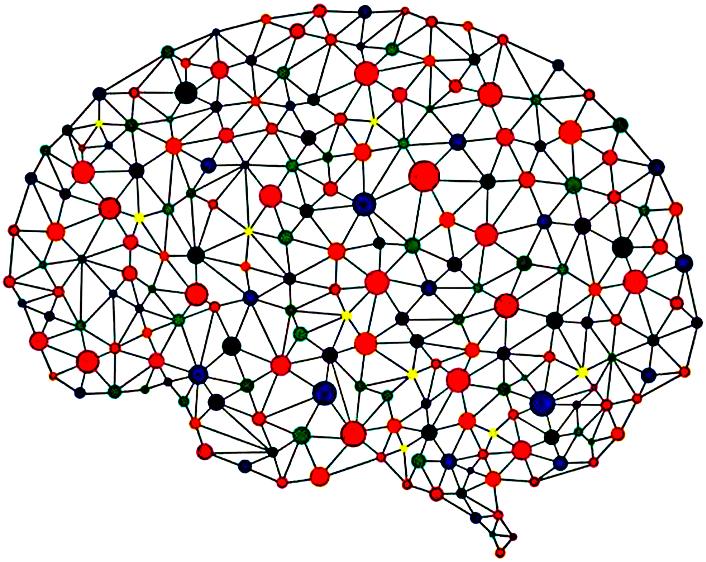


“深度学习”通过每一层中的神经元传递和处理信息，每层中的

電子工業出版社

神经元都会加深学习“深度”，一层层的神经元就像机器“深度学习”的阶梯，所以人们形象地把它称为“深度学习”算法。

“深度学习”结构中处在同一层的神经元之间互相隔离，没有信息交流，而相邻两层的神经元之间每一个都互相连接，以便传递信息。



比如在某个“深度学习”结构中，第一层有 4 个神经元，第二层有 6 个神经元，那第一层的每个神经元都与第二层的 6 个神经元相连接，第二层的每个神经元也都与第一层的 4 个神经元相连接。神经元之间的连接代表着信息的传递，它模仿了人脑神经网络中树突之间的连接。

電子工業出版社

为了进一步理解“深度学习”的结构和工作模式，我们以“学习以往机票价格数据来预测未来机票价格”为例，来具体学习一下。

我们知道，机器学习就是让机器学习样本数据，掌握样本数据的特征，然后使特征与分类标签相匹配。

那么预测机票价格时，特征和分类标签分别是什么呢？

影响机票价格的因素有如下几种：

① 出发地与目的地之间的距离；

② 机票的售出时间；

③ 出发日期；

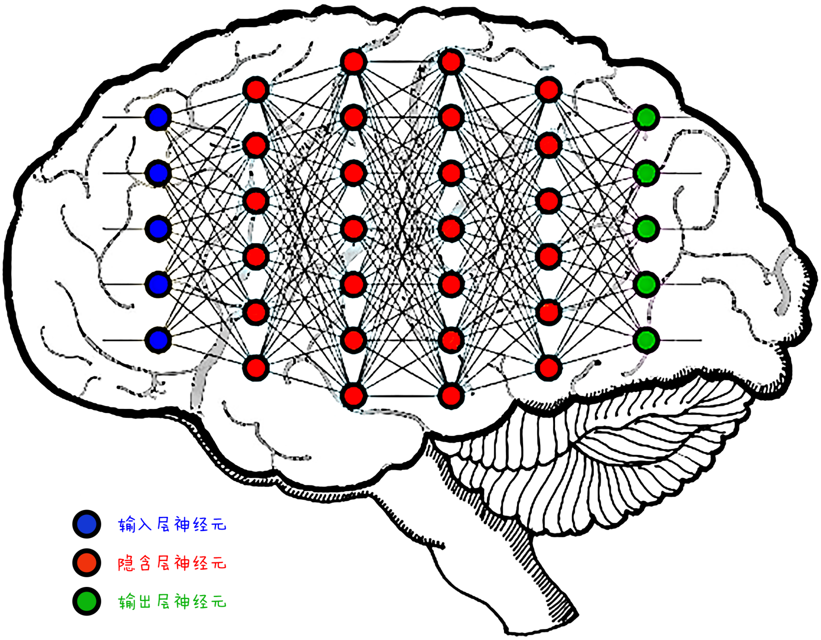
④ 飞机类型。

这些影响因素就是“特征值”，而对应的机票价格就是“标签”。

这四种影响因素对应着机器要学习的特征值，所以在神经网络的第一层要设置四个神经元，分别存放这四种数据。因为这层神经元负责数据输入，所以叫输入层神经元，它通过神经元连接将数据传递给第二层神经元。而最后一层神经元中的信息是神经网络预测出来的机票价格，这层神经元负责数据输出，所以叫输出层神经元。

中间几层神经元的数据我们无法直接看到，所以中间几层神经元叫隐含层神经元。它们的任务是接收前一层神经元传递过来的数据并进行数学计算，进而把计算结果传递给下一层神经元。

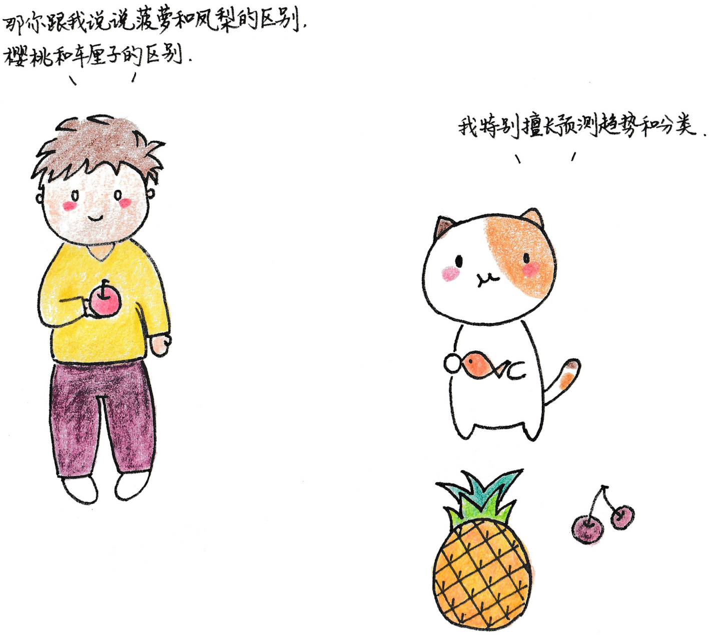
電子工業出版社



在这个例子里，“深度学习”的目标是判断影响机票价格的四种因素对价格的影响力到底有多大，我们把它称之为贡献“比重”或“权重”。一个因素的贡献权重越大，说明它对计算结果的影响越大。

训练开始，我们给神经网络提供训练数据，这些数据包括影响价格的因素和对应的机票价格。这些训练数据可以看作是有多项内容的表格，表格的每一行都是影响价格的因素和对应的机票价格的一组数据。机器不断调整每个因素的比重，让预测出的价格与表格中机票的实际价格尽量吻合，经过多次训练，当差异最小时，训练任务也就完成了，这表明这个“深度学习”模型可以用来预测机票价格了。

電子工業出版社



调整各种影响因素权重的过程需要机器进行大量的数学运算，所以“深度学习”需要机器有非常强大的运算能力。其中涉及许多高等数学运算方法，如“梯度下降法”“最小二乘法”等，如果你有兴趣可以寻找这方面的资料进行深入了解。

“深度学习”是现在人工智能领域中最热门的课题。除了“深度学习”，机器学习的方法还有很多，如逻辑回归、线性回归、决策树、聚类算法等。这些方法听起来往往让人觉得摸不着头脑，其实它们的本质都是数学。数学是许多行业高度的天花板，学好数学是非常重要的。

電子工業出版社

“深度学习”“专家系统”“遗传算法”被称作人工智能的“三大算法”，而“深度学习”对现在人工智能的影响力要远远大于其他两种，这是因为“深度学习”让机器拥有了探索未知世界的能力，也让机器智商有了超越人类的可能，很多时候人们提到人工智能指的就是“深度学习”，可见人们对它的重视程度。

電子工業出版社

第十节

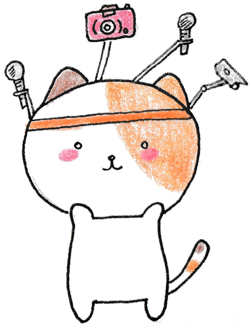
认识世界从模式识别开始

对人类而言，除了学习、思考和推理能力，还有一种能力非常重要，即观察能力，也叫感知能力。那机器是否与人类一样，可以感知世界呢？

当然可以，我们平常接触到的机器感知也很普遍，如手机的人脸识别、指纹解锁、语音控制等，都是机器感知世界的表现。机器不但有感知能力，甚至在某些方面比人类更丰富、更强大。

感知的目的是获得信息，人类通过感觉器官感知外界事物，如眼睛能看、耳朵能听、舌头能品尝味道、鼻子能闻到气味、皮肤有触觉。人类通过感觉器官获得信息后会将这些信息通过神经组织传递给大脑，再由大脑对其进行分类、判断，从而实现了解和认识世界的目的。

電子工業出版社



人类是通过感觉器官和大脑共同配合的方式来了解世界的，而机器了解世界的方式更加多样，其中有和人类相似的方式，也有其他更高效的方式，具体如下所述。

第一种方法是直接把信息数据交给机器，就像给“专家系统”建立知识库一样。我们需要把各种类型的数据输入到机器中，如将每小时的温度、湿度、风向、风力等与天气有关的数据制成表格，直接让机器读取，机器就了解了这些数据。这种方式虽然简单，但效率很高。它的缺点是，机器所需的这些数据需要人力去收集，这会耗费很长的时间。

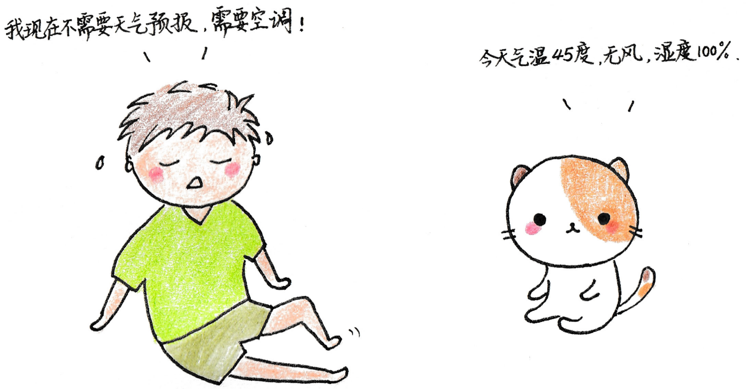
第二种方法是让机器直接从环境中获得数据，这与人类通过感觉器官获取信息一样。

你还记得机器的感觉器官叫什么吗？在第四节中我们介绍过机器

電子工業出版社

的组成部分——控制器负责思考，传感器负责采集信息。传感器就是机器的感觉器官。

传感器分为两种。一种传感器用来采集简单信息，如温度、湿度等，采集到的信息是连续的简单数值，如温度为 10℃、湿度为 50%。这一类信息很容易处理，因为它们都有明确的分类，需要采集温度信息时就提取温度数值来用，需要湿度时也一样。

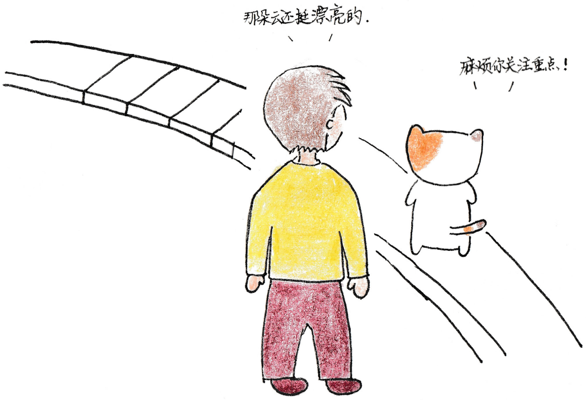


另外一种传感器用来采集非常复杂的信息，如摄像头和麦克风。摄像头就像人的眼睛一样，让机器能够“看”到世界；麦克风就像人的耳朵一样，让机器能够“听”到声音。视觉和听觉是人类非常重要的感觉器官，对机器来讲同样重要。

在摄像头拍摄到的一幅幅图片中，往往包含着许多的信息。比如一张在上海外滩拍摄的风景人像图片中，可能包含拍照人的样子和穿

電子工業出版社

着、黄浦江、东方明珠电视塔、天空中的云彩等信息，机器要根据需要，对图片中的内容做一些处理后才能识别到有用的信息。从复杂信息里识别有用信息的过程叫作识别。



電子工業出版社

机器通过传感器感知世界的过程叫模式识别。

这个名字听起来不合常理，为什么不叫环境识别、信息识别、图片识别呢？

模式识别这个词译自英文 Pattern Recognition，简称 PR，其中的 Pattern 既指图案也指模式。模式识别最早用在识别图像内容上，与图像识别没什么区别。

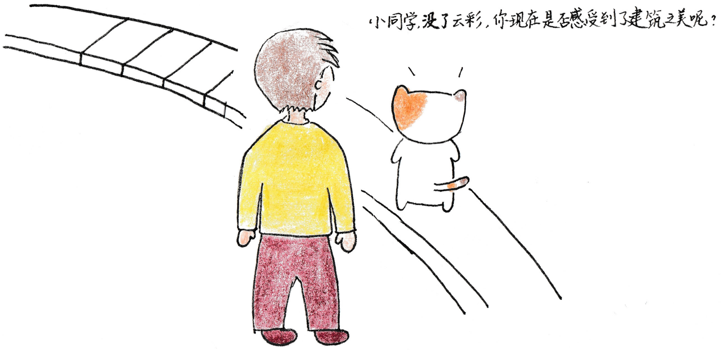
在汉语中，模式有规律的意思，我们可以把模式识别理解为在信息里寻找规律。这听起来很像机器学习，事实上模式识别和机器学习所用的技术重合度很高，而且许多机器学习的研究成果也用在了模式识别上。如果说它们之间有区别的话，那就是模式识别更侧重于信息的获取，机器学习更侧重于信息的处理。

与机器学习一样，模式识别也分为两类：已知分类标签的模式识别叫“监督识别”，机器自主推理的模式识别叫“无监督识别”。

我们以识别图片为例，看看模式识别的主要流程：首先要拍摄照片并且排除其中的干扰信息，如照片中天空的颜色、云朵等，这一过程叫信息获取和预处理；然后从照片中找到特征值，如人的外貌特征、建筑物的形状等；最后根据特征值把照片归类到相应的标签，如“小小的照片”“小明的电脑”“东方明珠电视塔”。

模式识别常用在图像处理和声音识别上，从下一节开始我们将分别对其进行深入了解。

電子工業出版社



電子工業出版社

第十一节

睁开眼睛看世界：图像识别

你一定用过抖音一类的视频软件吧，它的拍摄功能非常强大，其“美白”“瘦脸”之类的特效和滤镜功能，可以让每个人看起来都美美哒，它还能让镜头中的你戴上擎天柱头盔，瞬间变身无敌机甲战士，也能让你头上长出两只漂亮的兔子耳朵，就像一只可爱的宠物小精灵。

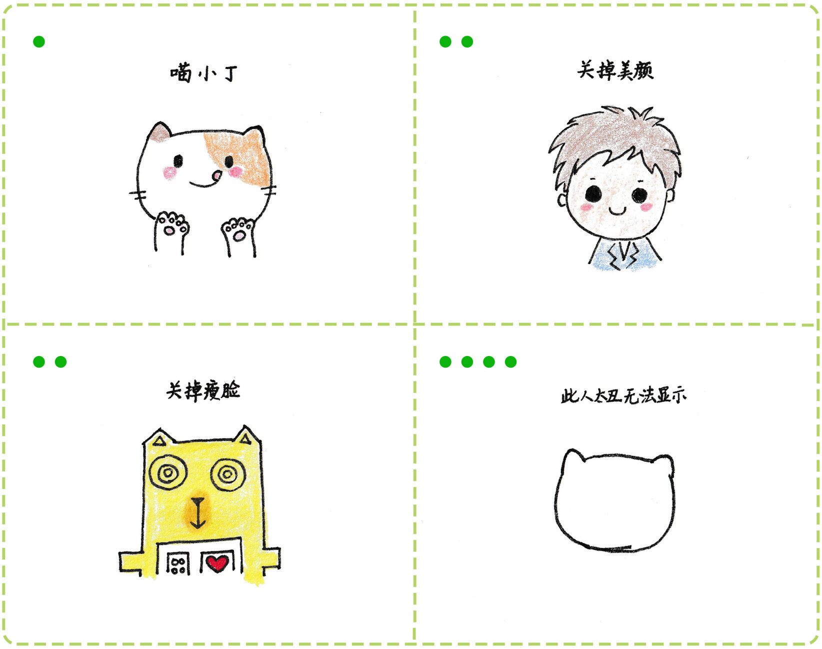
这些都是借助于手机强大的图像处理功能（俗称 P 图）来实现的，它的原理是让机器在分析图像内容的基础上再进行调整。比如要实现“瘦脸”功能，就需要让机器先从拍摄画面里找到人脸，再调整它的轮廓，让人脸变得更好看。

电脑从图像中识别信息的技术叫作图像识别。

電子工業出版社

我们以人脸识别为例，看看电脑怎样从图片中识别出信息。

人脸识别主要分为四步：图像采集、图像信息预处理、提取图像特征、人脸特征匹配。

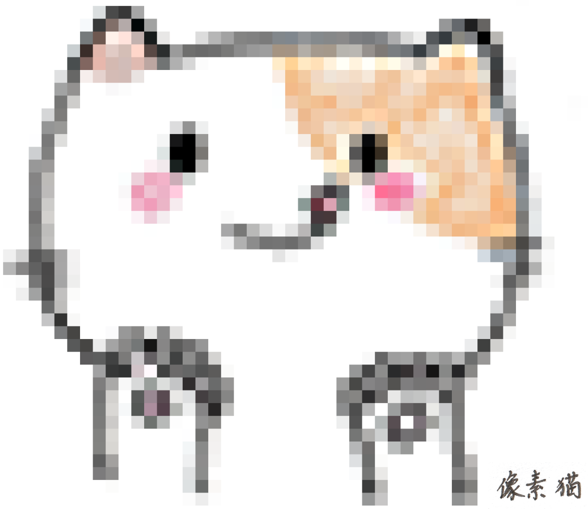


图像数据可以是图片也可以是视频，图片可以是摄像头拍摄的也可以是从网上下载的，如果是视频，就要先把它分割成一张张图片再进行下一步处理，这个过程叫作图像采集。

在计算机中，图片是由一个个非常小的点组成的。这些点大小相同、颜色各异，在一个平面上按照一定的顺序排列在一起，从而形成

電子工業出版社

了图片。组成图片的这些小点叫像素，意思是图像的元素，它是构成图片的最小单位。



如果拍照时光线比较弱或人在运动，拍摄出来的照片就会比较模糊，这时候就需要把图片中每个像素的亮度调高，让图片看起来更清晰，这样才能让识别的准确度更高，这一步叫作图像信息预处理。

有时候摄像头拍摄到的人脸照片是倾斜的，如我们拍摄的 45 度角仰望星空的照片，为了让电脑更准确地识别图像信息，需要在预处理时把照片放正，让两眼处在同一条水平线上，鼻子和嘴巴在眼睛下面。

对人脸图像进行预处理后，我们就可以进行人脸特征的识别和提

電子工業出版社

取工作了。

特征提取过程就是把人脸图像用准确的数据描述出来，包括眼睛的大小、两眼间的距离、鼻梁的高矮、嘴巴的形状等，有了这些数据电脑就能准确地识别人脸了。

米小强的大脸特征

如果电脑中已经保存了很多人脸数据信息，它就能将刚刚识别出的人脸特征数据与这些已有的数据进行比对，从而分辨出这是谁的样子，这一步就叫作人脸特征匹配，刷脸签到、刷脸支付时都用到了它。

人脸识别是图像识别技术非常典型的应用场景，人类从 20 世纪 60 年代就开始研究人脸识别技术了。研究初期，人们利用人脸的几何结构，也就是面部各个器官间的距离和位置比例辨识人脸。这种方法简单直观，但识别准确度很低，如果人的表情和面部姿态发生变化，就难以得到准确的识别结果了。

電子工業出版社

现在人脸识别技术的准确度甚至能够达到百分之百，这一水平已经超过了人类。在准确度和安全性要求都非常高的金融、安保领域，人脸识别技术也得到了广泛的应用。

图像识别技术也应用在动态图像的识别和处理上，如对物体的运动过程、人的手势、行走步态的识别等。动态图像的识别要更复杂一些，电脑需要把物体的运动过程拍摄成多张图片，分别识别出每张图片的特征，进而把改变趋势的特征分析出来，只有这样才能判断物体究竟是怎样运动的。

電子工業出版社

第十二节

识文断字的机器人

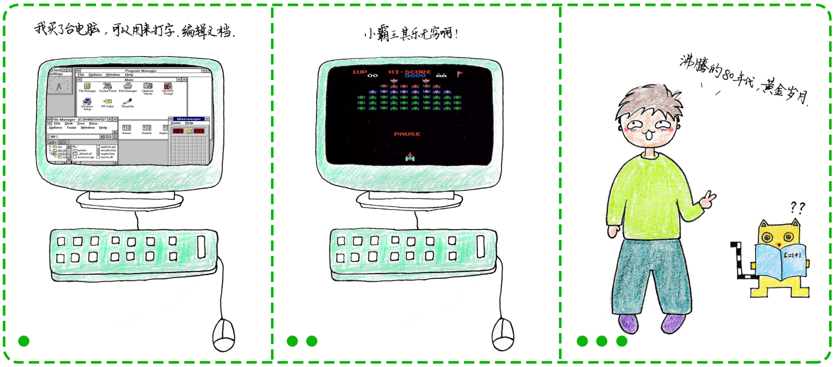
如今，针对图片的图像识别技术已被广泛应用，然而，计算机视觉从一开始却并没有运用到识别图像上，而是被用来识别文字。

说起来，计算机识别文字的历史已经很长了。

20 世纪 80 年代，来自欧美日的大量高科技产品随着改革开放的浪潮涌入中国市场，这其中就有家用电脑。那时的电脑功能很简单，只能用来编辑文档、玩玩小游戏，甚至还不能听音乐。所以当时它还有另外一个名字——文字处理机。

人们常常需要把一摞厚厚的文件录入到电脑里，由于打字太慢，往往需要几个月的时间才能把工作完成，计算机文字识别技术由此诞生了。

電子工業出版社



文字识别的目的是把图片里的文字转换成可以用电脑编辑和使用的文字符号，它是模式识别技术在个人电脑里最早的应用。

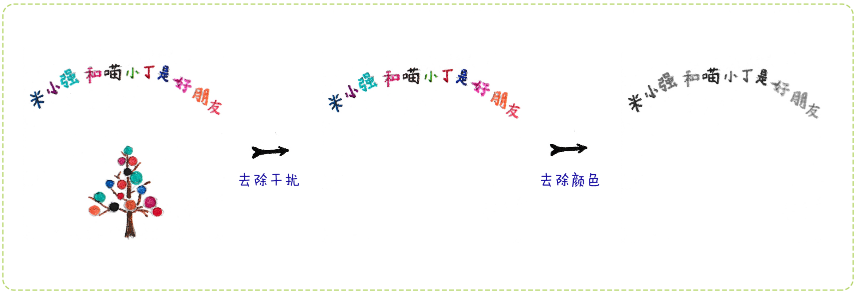
与其他类型的图像识别技术不同，文字识别要简单很多，因为文字的结构和笔画是有规律的。

那电脑是怎样识别图片中的文字的呢？

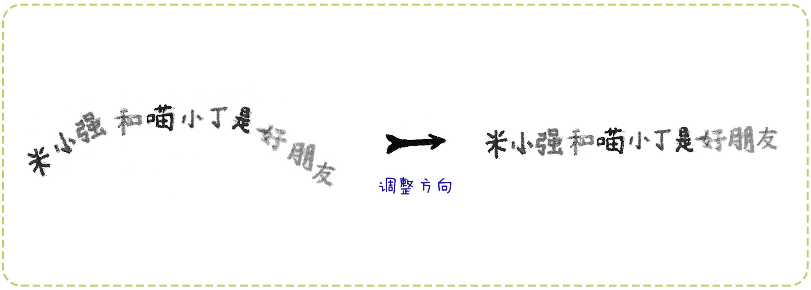
第一步要把包含文字的图片输入到电脑中，可以用扫描仪扫描也可以用摄像头拍摄，当然也可以从网上下载，这与人脸识别中的人脸图像采集一样，其目的是获取数据，这一步骤叫作图文输入。

为了让识别结果更准确，需要先对图片进行预处理。电脑先对整张图片进行数据分析，然后把没有文字的部分剪掉，剩下只包含文字的部分。如果图片是彩色的，电脑还需要调整图片的颜色，只保留黑白两色，这是因为黑白图片不易受颜色数据的干扰，能更准确地识别文字。

電子工業出版社



与人脸识别类似，对文字进行预处理时也需要调整文字的方向，让文字按照正常的阅读习惯摆放，从上往下、从左往右。这一步对文字识别尤为重要，因为文字不同于一般的图像，一旦方向错了很可能会变成另一个不相关的字，如“6”，反过来就是“9”，而豆腐干中的“干”字，反过来就是士兵的“士”字。所以如果文字的方向没有调整好，识别出的结果就会有非常大的偏差。



文字的方向调好后，接下来的任务就是把图片里的文字拆分为一张张只包含单字的小图片，再按它们在图片里的顺序将其排列好，到了这一步，预处理就结束了。

電子工業出版社

有了拆分成单字的小图片就可以进行单字识别了，电脑会分析每一张小图片里的文字的特征，比如“一”字是一条直线，它的特征就是有两个端点在大致水平的一条直线上。又如英文字母“O”的特征是一个圆环。电脑将识别到的文字特征与数据库里的特征数据进行比对，直至找到最相似的那一个，单字识别的任务就完成了。

电脑重复单字识别过程，把每张小图片里的文字都识别出来，再按照顺序把识别出的文字排列好，整张图片的识别就完成了。

文字识别技术还能通过与常用语法习惯的匹配修正识别结果，比如“真诚而又高效的交流是最重要的”这句话，如果其中“最”字的上半部分印刷不清晰的话，就会识别成“取”字，电脑通过与数据库里的语言习惯进行比对，发现这里不太可能是“取”字，更有可能是相似的“最”字，从而在信息不完整的情况下得出正确的识别结果，这也是“自然语言处理”（Natural Language Processing，简称 NLP）技术在文字识别中的应用，它起到了提高文字识别准确率的作用，后面的章节我们会详细介绍什么是“自然语言处理”。

電子工業出版社

现在，文字识别的准确率已经非常高了，识别清晰的印刷体文字的准确率能达到100%，识别手写体的准确率也能达到90%以上，字迹太潦草的情况除外。

机器阅卷、邮局和快递公司的邮件分拣、车牌的自动识别、身份证的识别、二维码付款等都用到了文字识别技术，对于文字数量特别大、需要经常识别的场合，文字识别能大大简化工作，让工作效率翻倍。

電子工業出版社

第十三节

听声辨字：语音识别

人有五种感官，它们分别是视觉、听觉、味觉、嗅觉和触觉，其中视觉和听觉尤其重要，是人类认识世界的基本感官。机器也有视觉和听觉，图像识别让机器有了视觉，而语音识别让机器有了听觉。

语音识别是把机器识别到的语音转变成文字的技术。

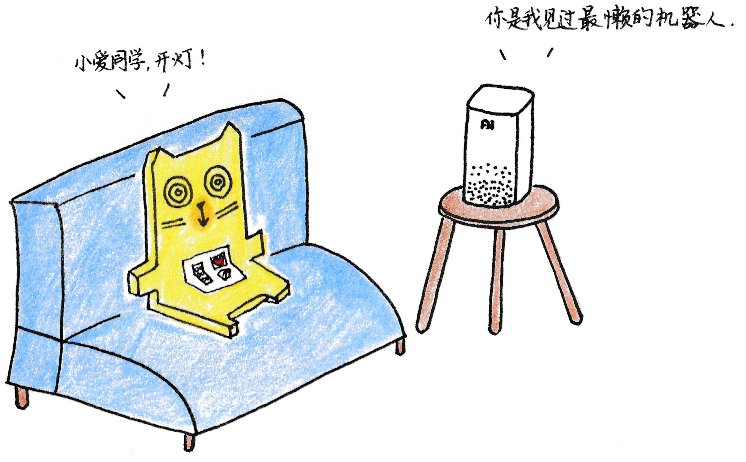
语音识别的研究历史要早于人工智能，第一个电子语音识别系统诞生于 1952 年，当时大名鼎鼎的贝尔实验室发布了 Audrey 语音识别系统，它能够识别出英语发音的 1 到 10 个数字，而且准确率很高。

历经 40 多年的发展，到 20 世纪 90 年代，语音识别技术已经比较成熟了，具有语音识别功能的家用电器、汽车开始走出实验室并走进人们的生活。美国国际商业机器公司推出的 Via-Voice 系统实现了

電子工業出版社

中文识别，可以用中文语音控制电脑、输入文字，当你说一声“打开图片”，Via-Voice 系统就能帮你把电脑里的图片文件打开。

2010 年以后，随着手机和机器学习技术的进步，语音识别产品走进了千家万户，给我们的生活带来了很多方便。常见的语音识别产品有苹果的语音助手“Siri”、小米的“小爱同学”、讯飞语音输入法等。它们正在成为人们生活和工作中必不可少的小帮手，当你对“Siri”或“小爱同学”说一声“开灯”时，它就能帮你打开客厅的灯，你也可以用语音助手控制家里的各种电器设备。



现在语音识别技术已经更加成熟了，很多语言识别产品几乎能够识别各种语言了，除了中文普通话、英语，它还能识别各地方言和其他国家的语言，识别的准确率能够达到 95% 以上，本书的很多内容就

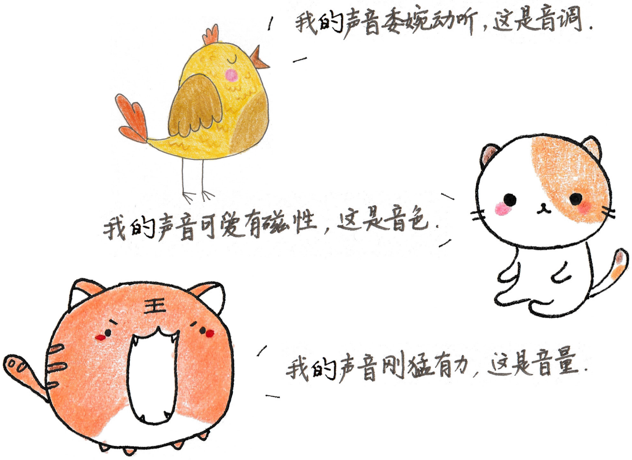
電子工業出版社

是借助语音识别完成的。

那机器如何识别人类语音呢？我们先来看看物理学怎样定义声音。

声音是由于物体的振动而产生的，振动通过空气或其他物体传播，形式就像高低起伏的波浪一样，所以叫作“声波”。电脑记录下的声音看起来就像波浪一样，叫作“波形”，“波形”记录了声音里的全部信息。

声音有三个特别重要的属性——音调、音色和音量。



音调就是振动的快慢，也叫声音频率。振动越快频率就越高，音调也就越高，如小提琴的声音、尖叫声都是高频率的声音；振动越慢

電子工業出版社

频率就越低，音调也就越低，如大提琴的声音、中低音的播音员的声音。

不同物体由于材料和结构上的不同会产生音色上的差异，就像钢琴和鼓的音色不一样，运动鞋和高跟鞋走路声的音色不一样、猫咪和狗狗的叫声音色也不一样。

音量指的是声音大小，即声波振动的幅度。

采集声音的设备叫麦克风，它是一种声音传感器，负责把振动转换成电脑能读懂的电流信号，转换的过程中以声音波形的形式显示，里面包含了讲话时的音调、音色和音量信息。

电脑接收到声音波形后就能进行语音识别了，大多数情况下声音波形里除了人声还包括很多杂声，如脚步声、开关门声、背景音乐等，

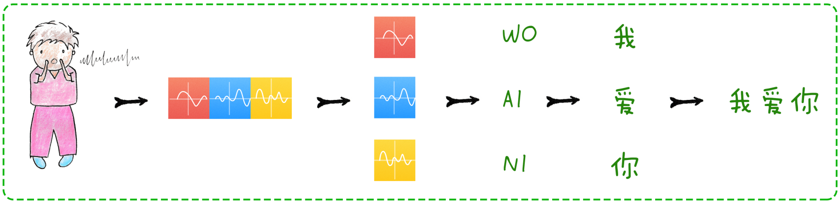
電子工業出版社

所以语音识别的第一步就是把人声从声音波形里分离出来。电脑通过分辨音色和音调把与人声无关的杂声去除，剩下干净的人声，这一步叫语音的预处理。

声音经过预处理后，就能用来识别出对应的文字了。

电脑会先把语音波形分解成音素。音素是指构成声音的元素，你可以把它想象成原子或细胞，它大致上可以与汉语拼音字母或英语音标对应起来。

确定了音素后，电脑再把这些音素单元拼合成音节，汉语中的每个音节都对应着一个字的读音，机器把音节转变为汉字，再根据我们的语言习惯把字连接成词和短语，最后拼合成完整的、有意义的句子，至此，语音识别任务就完成了。



人的语言是非常复杂的，许多同音字、谐音词等会成为语音识别的障碍。因此，语音识别的结果常常会出现错误。比如“你有《时间简史》吗？”这句话，如果听众不知道《时间简史》是一本书，就很容易理解错误，人类尚且难以分辨更何况机器，所以人们用人工智能的一些方式解决这类问题，这就是我们在下一节要介绍的语义识别技术。

電子工業出版社

第十四节

让机器“理解世界”：语义识别

想一想，人类与其他动物的区别是什么？

人类是地球上极具智慧的生物，是“万物之灵”。

電子工業出版社

以前人们认为制造并使用工具、用语言进行交流是人类独有的技能。后来人们发现，制造和使用工具并不是人类独有的技能。比如鹦鹉会用树枝给自己挠痒痒，黑猩猩会用石头撬开坚果、用树叶钓白蚁，乌鸦、螃蟹、鱼这些看起来不怎么聪明的动物都会使用简单的工具。

一些其他生物也有自己的“语言”，尽管这种语言比较原始：鸟类和昆虫能发出不同的声音向同类表达复杂的情感，虎鲸甚至会使用很复杂的声音示爱、吵架、表示敌视。

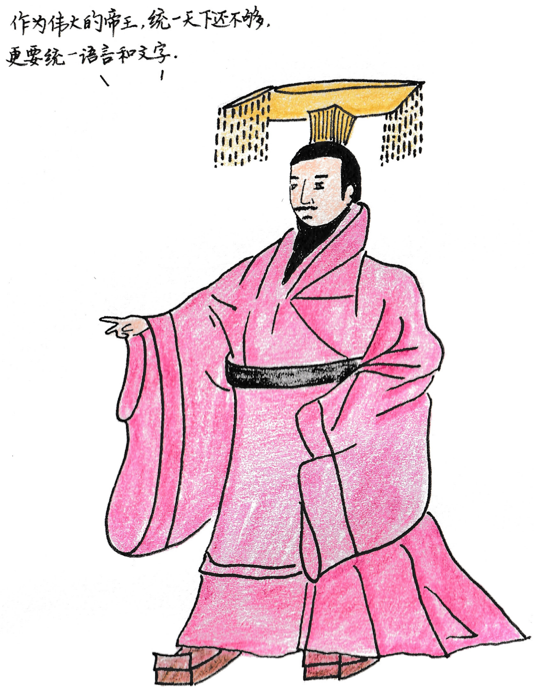
所以人类作为宇宙万物中的一员，之所以能在地球生态系统中居于主导地位，是因为人类拥有更强的思维能力，沟通交流的效率比其他生物更高。

语言是人类在进化中自然形成的，所以也叫“自然语言”，它主要包括语音和文字两种形式。人工智能非常重要的研究方向是研究怎样让机器理解人类语言，我们把它称为语义识别，它是“自然语言处理”的关键技术。

图像识别让机器看到了世界，语音识别让机器听到了声音，语义识别让机器拥有了了解社会的能力。从社会进步的角度来看，语义识别的重要性甚至要大于图像识别，因为“语言”是人类文明进步的重要推动力之一。

中国曾经有很长一段时间领先于世界，很重要的原因之一就是我们拥有统一的语言——汉语，汉语的普及打破了人与人之间的沟通障碍，促进了社会进步。

電子工業出版社



语言水平的高低会左右一个人的成长速度，人类知识的积累、能力的提高大部分来自语言中包含学习的信息。喜欢读书和交流的人往往知识更全面，能力也更强。如果一个人不爱读书也不喜欢交流，那么他就只能通过自己的实践来积累知识，尽管深刻，但知识往往缺乏深度和广度，所得到的知识量往往无法与喜爱阅读、交流的人相比。因此，喜爱阅读和交流的人更有机会掌握自己人生经历中学不到的知识，从而他们可以站在有着“几千年文明”的巨人肩膀上，所获得的知识也远远超越自己几十年的人生积累。所以优秀的人通常都拥有爱读书、爱交流、爱分享的特质。

電子工業出版社

语义识别就是让机器理解语言中包含的信息的技术，它把语言在机器中的表现形式——“文字”按照语义规则进行分析和理解。

我们来看看机器是如何识别语义的。

机器识别语义的第一步是把一段话分割成一个个的词，这一步骤叫作分词操作。比如“我喜欢机器人”这句话，分割后成为“我”“喜欢”“机器人”三个词。

机器分词的方法与人类一样，机器有一个词汇量丰富的数据库，分词时它会把句子与数据库中的词汇进行对比，找到句子中独立的词，而后标注这些词的词性和语法成分。

電子工業出版社

还是以“我喜欢机器人”这句话为例，分词操作后会生成下面的数据库：

文字	我	喜欢	机器人
词性	代词	动词	名词
语法成分	主语	谓语	宾语

完成分词操作后我们就认为机器理解了这句话的意思。

当我们想要查找“我”喜欢什么，或者“谁”喜欢“机器人”时，机器就能在数据库中找到这条记录，告诉我们问题的答案。

这是最基本的机器识别语义的方式，除此之外，人们还发明了许多让语义识别更准确、效率更高的方法，比如用“知识图谱”取代例子中表格形式的数据库。“知识图谱”是一种高效率的知识数据库，它的数据分类和存放方式很像人类的知识记忆方式，数据间的关系更清晰，也更容易查找和使用。

虽说语义识别的原理很简单，但人的语言经历了几千年的发展变化，其形式和结构变得越来越复杂，这给语义识别带来了很多困难。

对于各种语言中存在的多义词，机器处理起来就非常困难。

举个例子，当你提到“哪里”这个词时，大家首先会想到这是一个对地点、方位表示疑问的词，但有时候“哪里”又用来表示谦虚的态度。比如当你的同学小明对你说“你的学习成绩太棒了”，你回答“哪里！哪里”，你的意思是“没那么夸张啦”“一般般啦”，与问询“成绩棒在哪里”毫无关系。遇到这种情况时，常用的办法是根据讲话时

電子工業出版社

的情景对语义进行判断。

作为机器认知世界的工具，语义识别技术被广泛地应用于各种领域。比如对语音识别中的同音字和谐音词的判断和区分，就可以通过语义识别技术来完成。

机器翻译是语义识别技术最常见的应用场景，它能帮助我们把一种自然语言（源语言）转换为另一种自然语言（目标语言）。国内外在机器翻译领域都有比较成熟的产品，如百度翻译、有道翻译、Google

電子工業出版社

翻译等。

大部分搜索引擎都采用了语义识别技术，它能为我们提供更准确的搜索结果，也能更方便地推荐一些其他服务。

语义识别还能用于情感分析领域，情感分析对于我们了解一段文字中所包含的情感是积极的还是消极的有很大作用。比如在美食、旅游点评、电商网站中，我们可以通过分析顾客对美食和商品的评价中所包含的情感来进行选择。

電子工業出版社

第十五节

人机对话三：语音合成

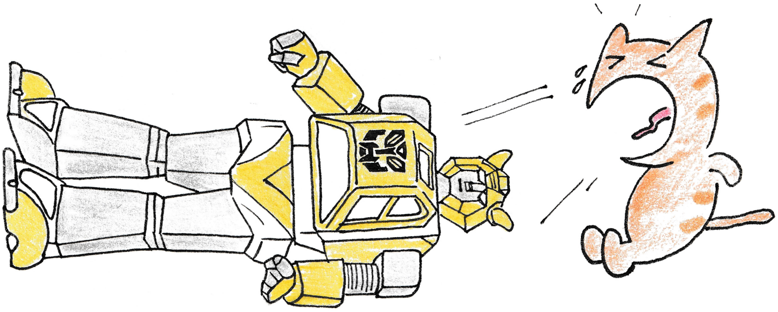
机器和人类对话，除了要听懂人类的语言，还要学会说话。让机器说话的技术叫作语音合成。

可能你会想，让机器直接讲话就好了，为什么要合成呢？这与它的工作原理有关，机器说的每一句话都是用很短的声音片段拼接在一起、合成出来的。

电影《变形金刚》第一集大黄蜂说话的故事能让我们很好地理解语音合成。

大黄蜂刚到地球时出了意外，失语了，他利用车载收音机与人类交流——他把接收到的广播声音分割成片段，再按照需要把这些片段重新排列次序，拼接成完整的句子播放出来。

電子工業出版社



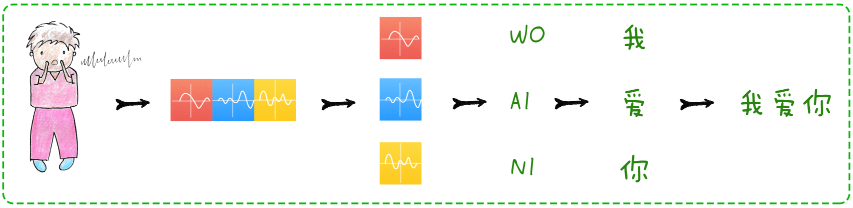
比如他想说自己是来自外星球的机器人，就会从“我是美国人”“微软公司的负责人来自印度”“我们发现了 30 万光年外的外星球”“机器人会变得越来越聪明”这样的广播声音里分别找出“我是”“来自”“外星球”“的”“机器人”这几个词的声音，然后拼接成“我是来自外星球的机器人”的语音。

尽管大黄蜂通过这种方法能够准确地表达意思，但由于每小段声音分别来自不同的人，当时讲话的场合和感情色彩都不一样，组合后听起来就没那么流畅了，声音很奇怪、缺乏连贯、难以理解。

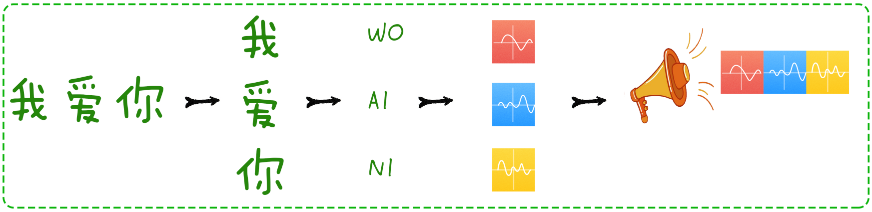
这是一种非常原始的语音合成方法，语音合成技术现在已经非常成熟，合成后的声音几乎能以假乱真。如科大讯飞的语音合成产品，不仅能让机器发出的声音男女有别，而且还可以模拟某个知名演员或某个卡通人物的声音，甚至语气、语调都能模仿得惟妙惟肖。

语音合成过程与语音识别过程正好相反，你还记得机器是怎样识别语音的吗？

電子工業出版社



机器合成语音需要经过下面几步：先把要说的话拆分成一个个单字；然后按照每个字的读音转换为音节，对应到音素上去；接下来从机器的波形仓库里找到每个音素对应的波形，把每一段波形按照顺序依次拼接，形成一段完整波形并用喇叭播放出来，我们就能听到机器语音了。



这看起来是不是很简单？没错！因为前面我们已经了解了语音识别，现在理解语音合成也就一点都不难了。当然，做成一件事往往很容易，但做好它可就没那么简单了，要让机器语音以假乱真，还有许多问题要解决。比如人在讲话时除了要想好内容，还要考虑一些其他的问题——语气、语调、音色等，机器同样也要考虑这些问题。

人在表达一些特定的意思时，对有些词要读重音，比如“他从上海来”这句话，重音放在“他”上和放在“上海”上意思明显不同。

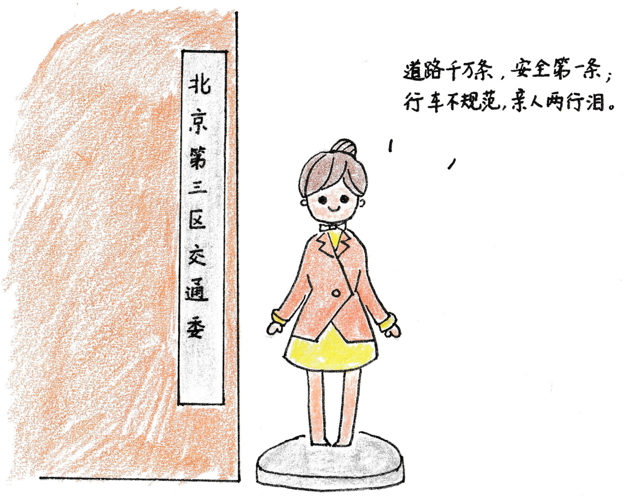
電子工業出版社

同样一句话，用疑问语气与陈述语气说出来意思会非常不同，甚至有可能完全相反。

不同年龄阶段的人的音色也是不同的，老年人音色沙哑、中年人音色浑厚低沉、年轻人音色高亢有力。

解决好这些问题就要用到人工智能方法了,我们可以研制一个“专家系统”来帮助机器调整发音方式，从而解决语音合成过程中存在的语气、语调、音色等问题。

当然，最好的途径是借助机器学习，因为它能让机器不断成长。给机器一些人类语音的样本，如某知名演员的声音，让机器归纳总结这些样本中声音的各种特征，如果样本足够丰富，机器就能完美地模仿出该演员的声音啦。



電子工業出版社

汉语语音合成技术研究虽然起步比较晚，但在我们国家的重点扶持和庞大的市场需求推动下，汉语语音合成技术处于国际领先水平。现在语音合成应用几乎随处可见，如我们在高铁、地铁、公共汽车上经常听到的发车提醒、到站提示等都采用了语音合成技术，手机导航软件的语音合成功能更是强大，不管你是想要某个知名演员的声音，还是某个卡通形象的声音，它都能随意切换。

電子工業出版社

第十六节

给知识画张地图：知识图谱

你有没有过这样的经历：当你在淘宝上搜索大黄蜂玩具时，搜索结果里除了大黄蜂，还出现了擎天柱、高达等玩具；当你用百度搜索一本书时，如漏屋老师的《找对英语学习方法的第一本书》，搜索引擎还会为你推荐很多同类图书，这些搜索引擎仿佛能猜出来我们还想找哪些相关或类似的东西。

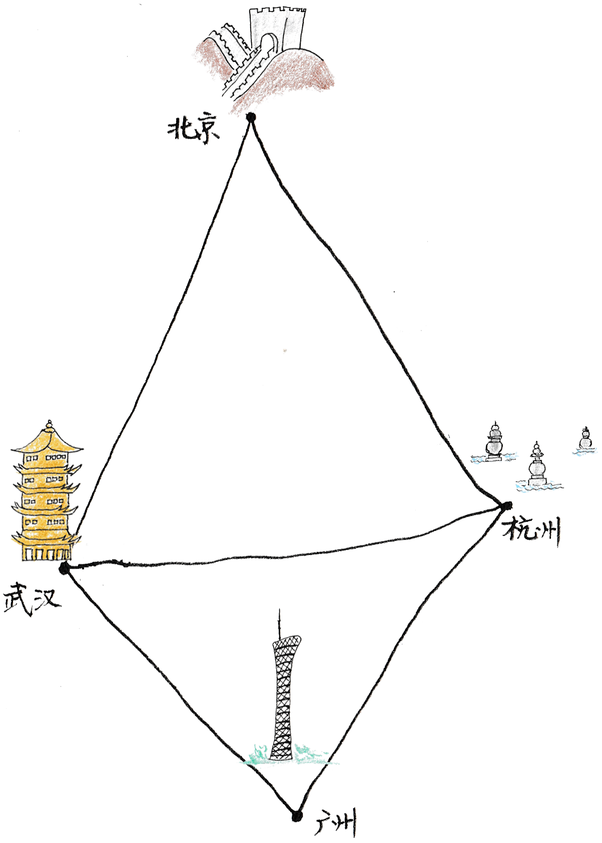
这些相关联的内容是怎样连接起来的呢？这其中用到了一种叫作知识图谱的人工智能技术。

了解什么是知识图谱前，我们先来看看熟悉的地图。

这是一张简单的城市铁路交通地图，每个城市都是地图上的一个

電子工業出版社

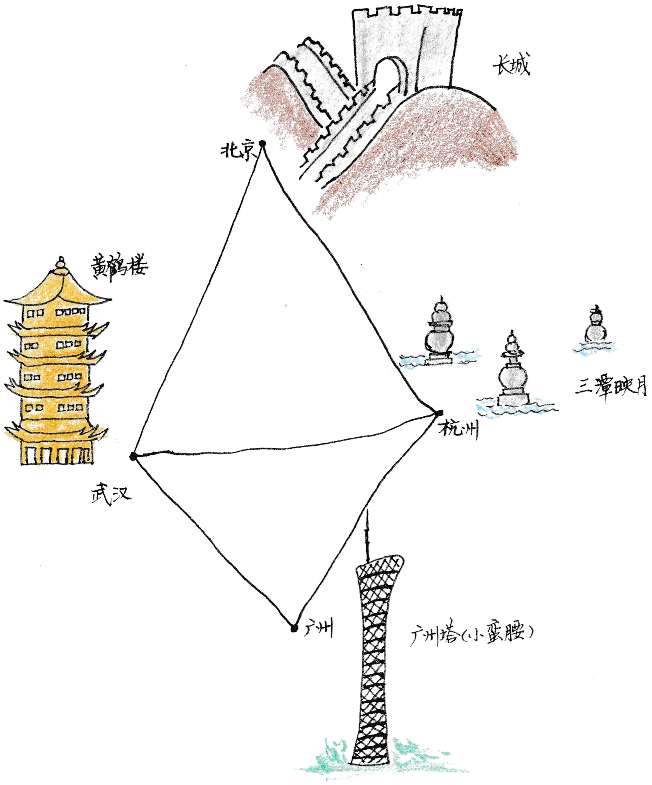
节点，节点之间的连接线表明城市之间有铁路相连。



在这张地图里，连接线用来说明城市之间的关系，节点只有一种即城市，连接线也只有一种即铁路，所以它是一张“单关系图”。

如果节点的类型不仅仅是城市，连接线也不仅仅是铁路呢？

電子工業出版社



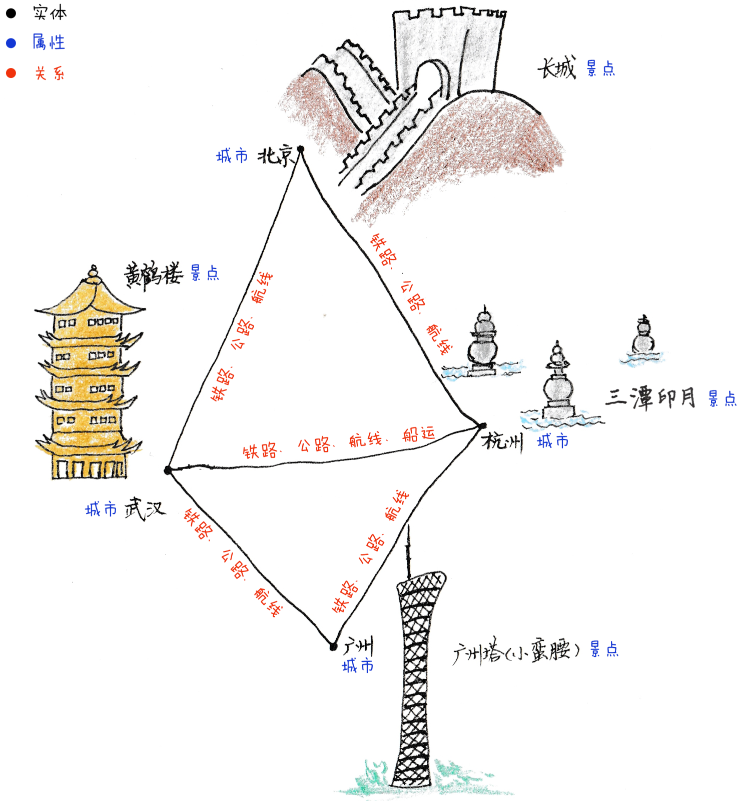
这张地图中多了风景点和节点，公路是风景点与城市之间的连线，节点有城市和风景点，连接线有可能是铁路、公路或飞机航线，所以它是一张“多关系图”。

地图是生活中最常见的一种知识图谱，所有的知识图谱都像后一张地图一样，是多关系图。

在知识图谱中，节点叫作实体，如地图中的“北京”“武汉”

電子工業出版社

“黄鹤楼”；连接线叫作关系，如图中的铁路和公路；每个实体都有自己的“属性”,“北京”的属性是“城市”,“黄鹤楼”的属性是“景点”。知识图谱是由实体、属性和关系三种元素构成的，所以我们也把它称为“三元组”多关系图。

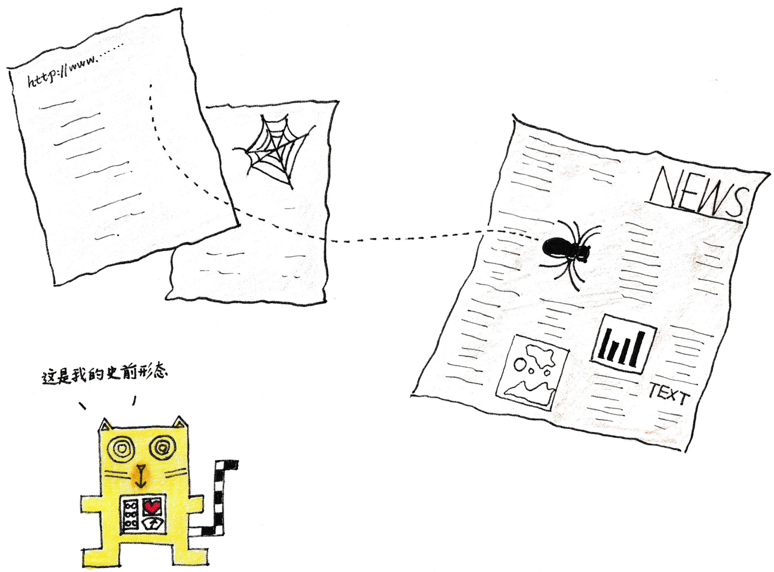


除了地图，思维导图也是生活中常见的一种知识图谱，它可以把大脑的思维过程和结果形象化，提高大脑思考和整理知识的速率。

電子工業出版社

知识图谱最早由谷歌公司在2012年提出，目的是解决搜索引擎知识内容的有效整理问题。2012年是人工智能技术大爆发的一年，谷歌公司是这次技术爆发当之无愧的主角。

那知识图谱如何应用于搜索引擎中呢？了解答案之前，我们先来看看搜索引擎是怎样工作的。



人们在生活中所使用的搜索引擎多种多样，如用来查找新闻和网络信息的360和百度，用来搜索商品的淘宝和京东，用来查找科学问题答案的果壳网、知乎。搜索引擎又叫“爬虫”，它是一个由代码编写的信息收集机器人，就像一个在各种网站上不停爬行的蜘蛛一样，它会把看到的文字、图片信息带回自己的数据库里，并将这些信息进行分类保存，以备我们搜索。

電子工業出版社

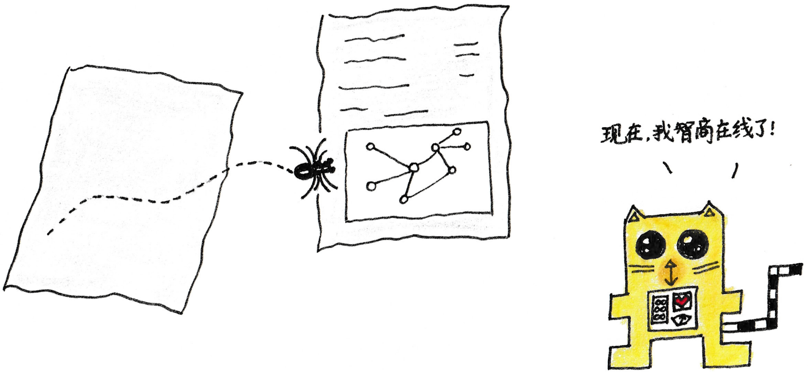
当我们使用搜索引擎时，它会将我们输入的关键词与数据库里的信息进行匹配，把所有匹配成功的信息放在一个网页列表里展示给我们。

在知识图谱出现以前，大多数搜索引擎都是这样工作的。它能把包含搜索的关键词的网页提供给我们，假如我们在搜索引擎中提了这样一个问题："比尔·盖茨在哪一年创建了微软公司？"如果一个网页里有"比尔·盖茨在1975年创建了微软公司"这样的信息，就能被搜索引擎检索到，而后展示给我们；如果信息没有包含在同一个网页里，而是分散在不同的网页里，比如有的网页里提到"比尔·盖茨是微软的创始人"，有的网页里提到"微软公司成立于1975年"，早期的搜索引擎就没办法展示给我们准确的搜索结果，只能把与之有关的网页都罗列出来，让搜索者自己整理、判断。

電子工業出版社

使用了知识图谱技术的智能搜索引擎比传统搜索引擎聪明多了，很容易解决这类问题。

不同于传统搜索引擎的简单记录，智能搜索引擎在爬取到网页信息后会采用语义分析技术分析网页里的信息，建立知识图谱。所以它保存的数据内容与传统搜索引擎保存的数据内容是有所区别的，除了网页信息，它还保存了通过语义分析获取到的知识图谱数据。

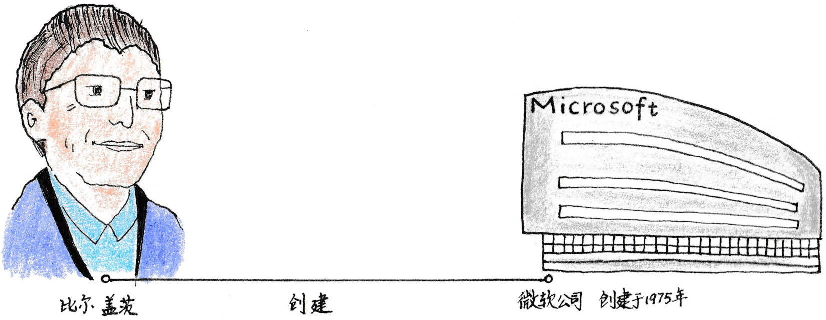


当用户在智能搜索引擎中搜索“比尔·盖茨在哪一年创建了微软公司”时，即使没有任何一个网页包含问题的完整答案，搜索引擎也会根据知识图谱找到完整而准确的答案并将答案展示给用户。

假设在这个例子里，搜索引擎爬取到的信息包括“比尔·盖茨是微软的创始人”“微软公司成立于 1975 年”，那它将会建立包含“比尔·盖茨”“微软公司”“1975 年”三个实体的知识图谱，其中“比尔·盖茨”的属性是“人名”，“微软公司”的属性是“企业”，“1975

電子工業出版社

年”的属性是“年份”。通过语义分析“比尔·盖茨是微软的创始人”这句话，知识图谱了解到“比尔·盖茨”与“微软公司”的关系是“创建”，而“微软公司成立于 1957 年”能让知识图谱了解到“微软公司”与“1975 年”的关系是“成立时间”。综合分析知识图谱中的内容，语义分析系统会得出“比尔·盖茨在 1975 年创建了微软公司”的结论，用户搜索时就会得到准确的答案。

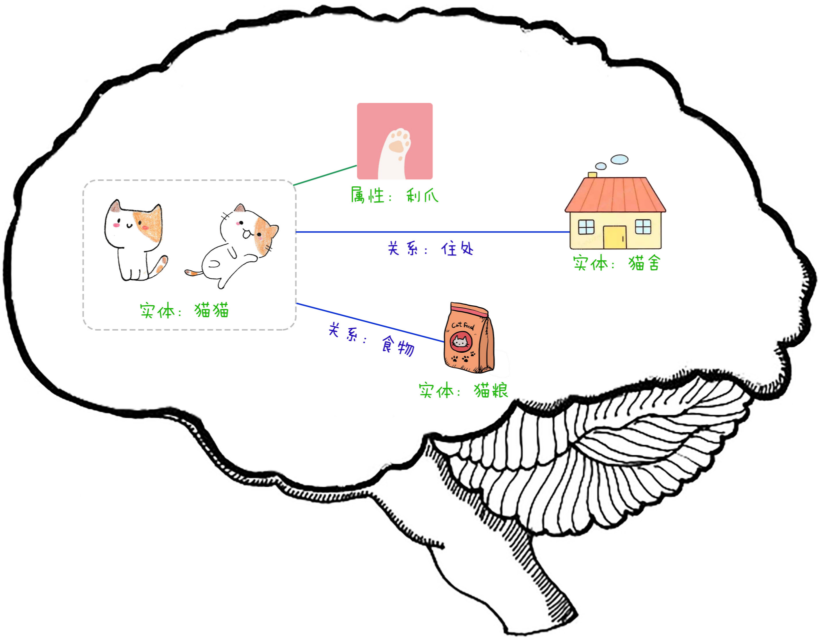


通过对本书前面章节的学习，我们了解到“专家系统”来自机器对人类判断和推理方法的模拟，“深度学习”来自机器对人脑的神经网络结构的模拟，“遗传算法”来自机器对生物进化规律的模拟，而知识图谱来自机器对人脑的知识存放结构的模拟。

人类学习到的知识存放在大脑神经元里，就形成了记忆。生物学研究发现，人脑的工作效率非常高，为了方便记忆内容的检索和提取，相关性比较高的知识通常被存放在大脑里比较接近的区域里，如“猫”“田园猫”“短耳猫”“猫粮”“猫舍”“萌”“利爪”这些知识，

電子工業出版社

因为相关性很高，就会被存放在大脑里比较接近的区域里。当我们看到一只短耳猫时，很容易就能联想到“猫粮”“萌”“利爪”这些词，就是这种知识存放结构在起作用，这与知识图谱的知识存放方式非常相似。



了解大脑里知识的存放方法能很好地帮助我们学习，尤其是在学外语时，把同类或有联系的单词放在一起记忆会事半功倍。

知识图谱有很多优点，它能迅速地找到知识之间的联系，让使用者更容易理解；也可以提高数据搜索效率，把从海量信息里找到有用

電子工業出版社

信息的工作变得简单、容易。

互联网的广泛应用使人们在各个领域获取的数据量急剧膨胀，人们对数据检索和分析的需要也越来越迫切，知识图谱越来越多地应用在与数据有关的行业，现在，在智能机器人、智能医疗、金融风险控制等领域里都能看到知识图谱的身影。

電子工業出版社

第十七节

霹雳游侠：无人驾驶

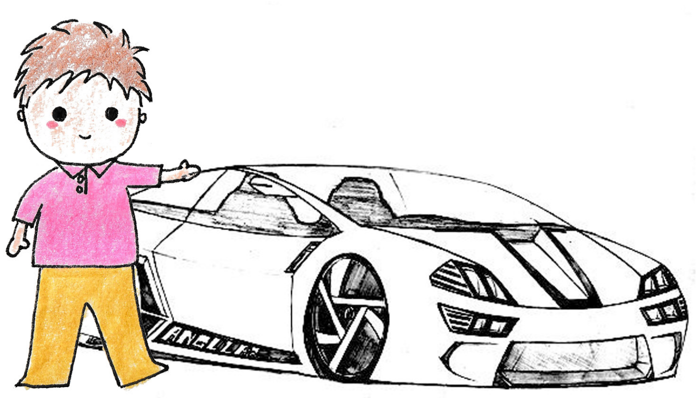
20世纪80年代，一部名为《霹雳游侠》的科幻电视剧风靡全球，主人公麦克驾驶着一辆会说话的汽车“基特”打击犯罪分子，伸张正义，所向披靡。

“基特”是一辆由电脑控制的汽车，除了会说话，它还能在没有司机干预的情况下自动驾驶。它能自己决定目的地，自己控制启停和加减速，自动分辨路况、躲避危险。当麦克遇到麻烦时它总能及时出现，帮助麦克解决危机、完成任务。

《霹雳游侠》当时特别受到孩子们的热爱，他们由此对未来科技充满憧憬，后来，他们中有很多人投身到了无人驾驶汽车的研究和制造事业中去。

近几年，伴随着人工智能技术的不断完善，无人驾驶汽车也不再是梦想。

電子工業出版社



2005 年，在美国国防部举办的“大挑战”障碍赛上，斯坦福大学的工程师们改装的一辆无人驾驶汽车经过 7 个小时的长途跋涉，穿越了沙漠、隧道、泥泞的河床和崎岖的山路，绕过无数障碍，第一个到达终点，赢得了比赛，这标志着无人驾驶技术终于可以应用了。

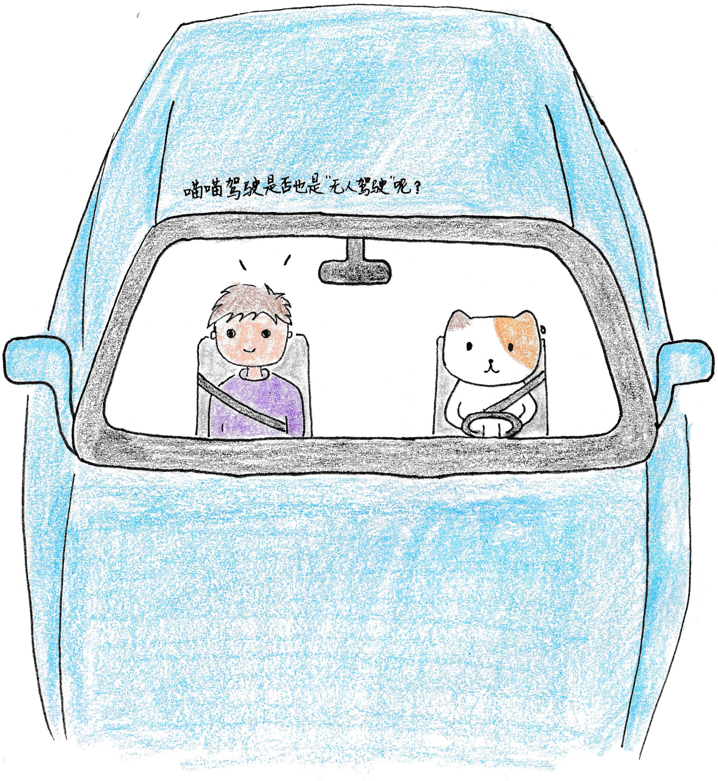
2014 年 5 月，谷歌公司首次公布了他们设计的无人驾驶汽车，2 年后，谷歌的无人驾驶汽车行驶了 322 万公里，这相当于一位人类司机大约 180 年的驾驶里程。

最近几年，我国的百度、京东等高科技公司也在无人驾驶技术研究上投入了巨大的人力、物力。在百度世界大会上，百度创始人李彦宏宣布，他们的无人驾驶汽车将在 2020 年批量上市。

无人驾驶汽车是由人工智能控制的汽车形机器人，也叫“轮式移动机器人”，它采用的是以智能驾驶仪代替司机驾驶汽车的人工智能系统。

電子工業出版社

智能驾驶仪是无人驾驶汽车的大脑，目的是模拟并替代汽车驾驶员，它用车载传感器感知车辆周围的环境，根据传感器反馈的道路状况、车辆位置和障碍物等信息控制车辆的启停、转向和速度，让车辆能够安全地在道路上行驶。



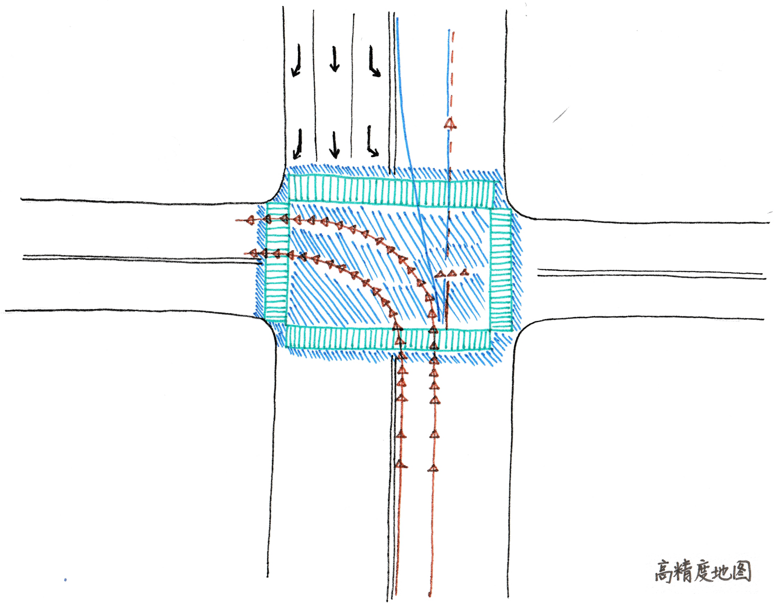
人们根据无人驾驶汽车的智能程度把它们分为五个等级，最低级别的无人驾驶汽车没有自动驾驶能力，随着等级的提升，车辆的无人驾驶能力会越来越强，最高级别的无人驾驶汽车可以完全实现没有司

電子工業出版社

机干预的驾驶，就像《变形金刚》里的大黄蜂那样。

车辆在处于无人驾驶状态时，既要确保顺利到达目的地，又要确保人车安全，所以作为一个复杂的人工智能系统，无人驾驶汽车采用了大量的机器感知和决策技术。

首先，一定要有一份详细而准确的多维度地图。无人驾驶汽车采用的地图与我们平常见到的纸版地图、手机地图区别非常大，我们把它称为高精度地图。除了道路、建筑物信息，高精度地图还标注了许多只有无人驾驶汽车才需要的信息，如马路上车道线的位置、类型、宽度，斜坡的坡度，公路弯曲角度，交通信号灯、交通标志牌的位置，防护栏、公路旁的树木，等等。



高精度地图

電子工業出版社

实现无人驾驶的第一步是给车辆下达行驶任务，让它知道自己所在的位置、目的地是哪里。比如无人驾驶汽车所在的位置是北京某小区的车库还是南京某商场的停车场，目的地是西安的博物馆还是武汉的黄鹤楼。让无人驾驶汽车明确自己所在的位置的技术叫作地理位置定位技术。

无人驾驶汽车的定位是通过卫星定位系统实现的。我们常说的“GPS”“北斗”“伽利略”都是卫星定位系统，其中 GPS 是人们生活中最常用的，它由 24 颗环绕地球的卫星组成，它能获取地球上任何一点的经纬度和海拔高度的信息，它能找到飞机、轮船、车辆甚至每一部手机准确的地理位置。“北斗”系统是我国自行研发和部署的卫星定位系统，已经接近甚至在某些方面超过了 GPS 系统。很多智能手机都包含了 GPS 和北斗卫星定位功能。

了解了自己的位置和将要去的目的地后，智能驾驶仪就要进行路径规划了。

由起点出发到达终点的行驶线路叫路径，路径规划就是在许多条可选路径中找到最满意的一条，这条路径可能是用时最短或交通灯最少的线路，也可能是最佳的避开拥堵的线路。比如我们从北京出发到武汉，既可以选择经过郑州的线路，也可以选择经过合肥的线路，从地图上看，经过郑州的距离最短，所以路径规划的结果就是选择经过郑州去武汉。

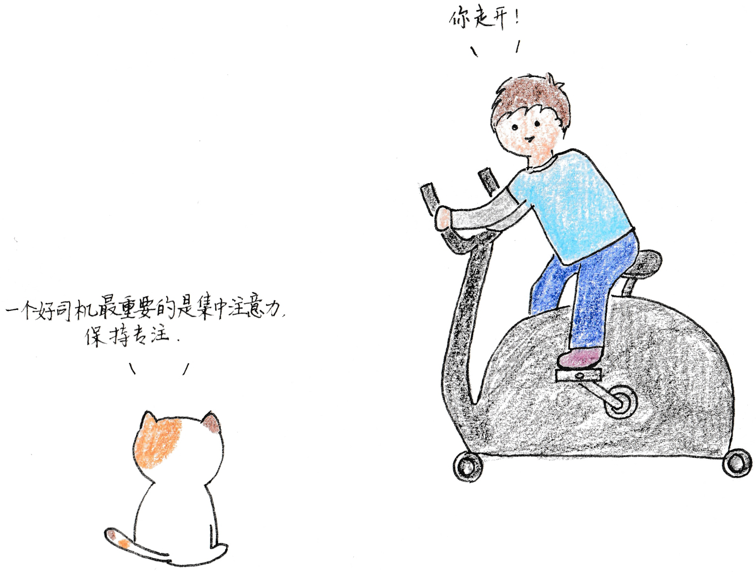
路径规划包括全局规划和局部规划。全局规划指的是让智能驾驶仪规划出一条从当前位置到达目的地的完整路径，从北京经过郑州到

電子工業出版社

达武汉的路径就是一条全局规划路径。局部规划指的是在整个路径的某个部分，根据环境信息规划下一步的行驶路线。比如在临时遇到堵车时，当即修改全局规划路径，找到避开堵车路段的行驶路线，但目的地不变。

在进行路径规划时，除了要用到高精度地图，我们还需要互联网的帮助。因为前方路段的堵车、修路、事故信息，都要通过互联网获取。

完成路径规划后，无人驾驶汽车就可以出发了。在行驶过程中，无人驾驶汽车会通过感知系统了解周围的情况并将其反馈给决策系统，而决策系统会对信息进行分析、判断，随时调整车辆的行驶状态。



電子工業出版社

感知系统是无人驾驶汽车的眼睛，决策系统是其大脑。无人驾驶汽车通过感知系统了解路况和环境信息，感知系统具有模式识别的能力，通过高清摄像头、超声波雷达、激光雷达等各种传感设备采集交通信号灯、标志牌、周围车辆、行人、障碍物的信息，将信息传送给决策系统进行分析，决策系统根据分析结果进行判断，调整车辆的行驶状态，保证行车安全。

定位系统、感知系统和决策系统、路径规划技术是实现无人驾驶的关键技术。

无人驾驶解放了司机，让驾驶汽车变得车更轻松、更容易，同时，无人驾驶也能降低交通事故发生的概率，让人和车辆更安全。大部分交通事故都是由司机的错误操作导致的，与人类司机相比，无人驾驶不会出现疲劳驾驶的情况，也不会由于司机饮酒或受到干扰而做出错误的判断和操作。在整个行车过程中，自动驾驶仪会全神贯注地驾驶车辆，及时而准确地进行判断。

随着人工智能、传感和检测技术的突破，无人驾驶汽车也会越来越智能、越来越安全，无人驾驶正逐渐在各种行业普及，相信在不远的将来，仓库管理、自动送货、防灾救灾等场景里，也会看到越来越多无人驾驶汽车的身影。

電子工業出版社

第十八节

人工智能的未来

《流浪地球》是2019年春节期间很火爆的一部电影，它讲述了一个未来世界里人类和宇宙灾害抗争的故事。电影中有一段情节与人工智能有关：在地球将要撞向木星的危急关头，人工智能机器人“MOSS”带着空间站抛弃了地球，于是宇航员刘培强想办法接管了空间站，并且指挥空间站撞向木星点燃大气，拯救了地球。

这期间刘培强了解到自己误会了“MOSS”，它并没有背叛地球，只是遵照地球联合政府的指令，启动“火种”计划，带着人类的知识和基因信息逃离将要毁灭的太阳系，用另一种方式为人类延续文明。

电影情节反映了人类面对人工智能时的一种焦虑，从人工智能诞生起人们就在担心：人工智能在未来会不会背叛人类？机器人会不会成为人类的敌人？

電子工業出版社

机器人力大无穷、任劳任怨、不知疲倦，人们不想做的、做不了的事尽可以交给它们，它们还能做得又快又好。

但辩证法告诉我们，对任何事情都要一分为二地看待，既要看到好的一面，也要看到坏的一面。人们在享受科技进步带来的方便的同时，也越来越感受到来自机器人的威胁。

其中来自军用机器人的威胁尤为突出，如军用无人机、无人坦克。但军用机器人并不是真正的威胁，它们只是按照人们设定的程序执行任务，这种威胁本质上来源于人而非机器人。

電子工業出版社

有人从社会分工的角度考虑，不禁担心，机器比人类强大太多了，已经在许许多多方面取代了我们的工作，这是否会让很多人陷入失业的困境呢？

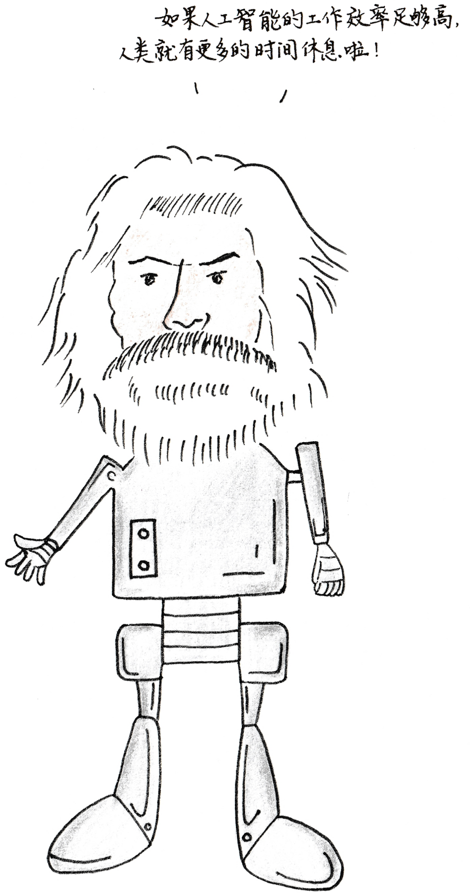
机器代替人类劳动是否会造成失业的话题已经讨论了两百多年，从 1767 年世界上第一台蒸汽机出现开始就有人担心了，然而这两百多年的人类使用机器的历史告诉我们：采用机器劳动能让人类从烦琐的体力劳动中解放出来，有更多机会从事脑力劳动；机器的高效率工作让社会财富的增长速度大大加快，它非但没让人失业，反而让大家的工作变得更简单、更轻松，工作时间也变短了。

这是因为造成大规模失业的真正原因并不是工作机会变少了，而是人们可分享的社会财富总量变少了，人们无论怎样努力工作都得不到需要的报酬，养不活自己，所以才会出现失业危机。而机器的出现

電子工業出版社

提高了劳动效率，让社会财富迅速增长，从而带来了更多的工作机会，降低了失业率。

人们经常感慨“世界很美好，但也很残酷”，美好之处在于总有新奇的事情发生，只要你努力就会有收获；残酷之处在于社会资源是有限的，竞争很激烈，不劳就无获。



電子工業出版社

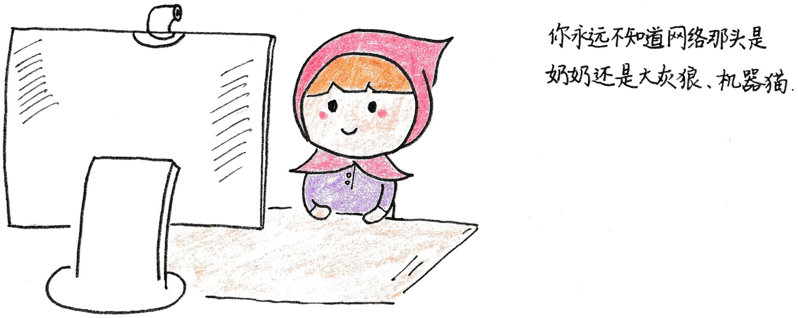
科技的发展促进了社会生产效率的极大提高，使资源越来越丰富、社会越来越进步。它不但不会造成失业，而且让解决资源贫乏、资源分配不公的问题成为可能，让生活越来越美好、社会越来越和谐。

所以，担心人工智能会抢占人类的工作岗位是杞人忧天。

然而，针对人工智能，我们也有需要担心和解决的问题。

科技的发展往往会带来与安全有关的问题，人工智能也不例外。人工智能引发的信息安全问题将会影响到每一个人，我们必须做好预防和控制措施。大家在享受刷脸支付、指纹支付、声音识别的便利时，也要防备信息泄露带来的安全问题。

人的指纹、面部特征、声音特征难以改变，会伴随我们一生，这些特征数据一旦泄露，被人恶意利用，后果可想而知。



如果指纹被恶意复制，他人就能轻易地用你的微信和支付宝付款或转账，这会造成个人的财产损失。“深度学习”的流行让机器可以

電子工業出版社

轻易模拟任何一个人的面部、行为和声音特征，这也会带来巨大的安全风险，如果一台机器假冒你的亲人和你语音对话甚至视频聊天，并且模仿得惟妙惟肖，你是否会感到不寒而栗？

解决安全性问题，一方面要采取技术措施，杜绝恶意攻击或诈骗行为的发生；另一方面也需要各国政府建立完善的法律及制度，规范人们的行为，保证正常的生活、工作秩序，严厉打击违法犯罪。

机器与人类的关系也是人们思考的重点，目前人工智能只有类似人的智慧而没有类似人的意识，只是按照人的要求工作，还没有能力与人类为敌；将来它们会越来越聪明，如果产生了类似人的意识，它们会不会摆脱人类的控制，与我们为敌呢？

電子工業出版社

而且，机器带来的威胁不仅在于它们强大的个体能力，更在于它们之间高效的沟通方式，机器是通过电流和电波进行沟通的，其速度与光速一样，而且能很准确地传递信息，这让它们之间的沟通效率远远高于人类。所以也有人担心：未来，机器是否会与人类为敌。

机器是否与人类为敌的关键是，它们能否产生自我意识。我认为，未来，机器产生自主意识的可能性很大。

目前机器大脑的复杂程度远远比不上人类，人脑的神经元有1000多亿个，而先进的机器大脑的神经元也只有10亿个左右，仅仅是人脑中神经元数量的百分之一，所以机器的感知和学习能力比人类要低。然而人工智能的进化速度远比人类要快，机器大脑的复杂程度很快就会接近甚至超过人类，到那时候，机器很可能就会产生自主意识了。

为了避免机器与人类之间的冲突，我们需要思考怎样帮机器建立行为规则，让它们能与人类和平友好地相处。

早在1950年，小说家阿西莫夫就在他的著名科幻小说《我，机器人》中设想了机器人要遵守的行为规则，阿西莫夫给这些规则命名为“机器人三原则”。

第一原则：机器人不能伤害人类，也不能目睹人类受伤害而袖手旁观。

第二原则：机器人必须服从人类的指令，除非与第一原则冲突。

第三原则：机器人要尽可能地保护自己不受伤害，除非与第一或

電子工業出版社

第二原则冲突。

“机器人三原则”规定了机器人的行为准则，如果我们能让机器人遵守这三个原则，就不会存在机器与人类之间的对抗和冲突了。

目前还没有强制执行“机器人三原则”的必要，一旦机器人有了自我意识，就要想办法让机器人遵守这三个原则了，这将是一个技术问题，相信人类可以解决得好。

物理学家霍金认为：人工智能的崛起，要么是人类历史上最好的事，要么是最糟的事。

对于好坏我们仍无法确定，现在人类只能竭尽所能，确保人工智能的未来发展对人类和环境有利，别无选择。

也许，短期内机器人还威胁不到人类，但人工智能及机器人发展太快了，人类决不能掉以轻心。要像霍金说的那样，控制好机器人与人类的关系，防患于未然，尽量让人工智能向着对人类有利的方向发展，让它造福人类。

電子工業出版社

電子工業出版社